Leonardo da Vinci

Disegni anatomici
lla Biblioteca Reale di Windsor

TERFACOLTA'
TORE"
'ANNUNZIO"
ZI

FIRENZE, PALAZZO VECCHIO, 1979

BIBLIOTECA INTERFACOLTA'
"E. PARATORE"
F (PS)
9.
40
UNIVERSITA' "G. D'ANNUNZIO"
CHIETI

9.40
194325

LEONARDO DA VINCI

Disegni Anatomici

COMITATO PROMOTORE PER LE MANIFESTAZIONI ESPOSITIVE
FIRENZE E PRATO

COMUNE DI FIRENZE / COMUNE DI PRATO / PROVINCIA DI FIRENZE / GIUNTA REGIONALE DELLA TOSCANA / AZIENDA AUTONOMA DI TURISMO DI FIRENZE / AZIENDA AUTONOMA DI TURISMO DI PRATO / ENTE PROVINCIALE PER IL TURISMO DI FIRENZE / SOPRINTENDENZA AI BENI ARTISTICI E STORICI DI FIRENZE E PISTOIA

Leonardo da Vinci

Disegni anatomici
dalla Biblioteca Reale di Windsor

FIRENZE, PALAZZO VECCHIO, MAGGIO/SETTEMBRE 1979

UNIVERSITA' STUDI - G. D'ANNUNZIO
57834

CASA EDITRICE GIUNTI BARBÈRA

FIRENZE

COMITATO SCIENTIFICO

LUCIANO BERTI	SOPRINTENDENTE AI BENI ARTISTICI E CULTURALI DI FIRENZE E PISTOIA
ANNA FORLANI TEMPESTI	DIRETTRICE DEL GABINETTO DELLE STAMPE E DEI DISEGNI DEGLI UFFIZI
PAOLO GALLUZZI	DIRETTORE DELLA BIBLIOTECA LEONARDIANA DI VINCI
KENNETH KEELE	CURATORE DEI TESTI LEONARDIANI
SIR ROBIN MACKWORTH-YOUNG	LIBRARIAN OF THE ROYAL LIBRARY, WINDSOR
CARLO PEDRETTI	UNIVERSITY OF CALIFORNIA, LOS ANGELES, CURATORE DEI TESTI
JANE ROBERTS	CURATOR OF THE PRINT ROOM, THE ROYAL LIBRARY, WINDSOR

COMITATO ESECUTIVO

PAUL WILLIAMS	ARCHITETTO DELLA MOSTRA
PIERO MICHELI	DIRETTORE DELL'ALLESTIMENTO
MARCELLO LAZZERINI	UFFICIO STAMPA
PAOLA PELANTI	ORGANIZZAZIONE
FIAMMETTA BARTOLINI, SILVANA CASTALDI, FRANCO FOGGI, SUSANNA NIRENSTEIN, TAMARA TADDEI	COLLABORATORI ALL'ORGANIZZAZIONE
FRANCO SOTTANI, GIAMPAOLO CASTELLI	RESPONSABILI DELLA MOSTRA
SERGIO SALVI	COORDINAMENTO DELLE MANIFESTAZIONI ESPOSITIVE

REALIZZAZIONE: DITTA SARI *Falegnameria* - DITTA RUGGERI *Tappezzeria* DITTA BONARDI *Verniciatura* - KOERTING-CANEPA *Impianto di climatizzazione* SEZIONE IMPIANTI DEL COMUNE *Impianto elettrico* - I.N.A. *Assicurazione*

SOMMARIO

Presentazione	*Pag.*	7
Introduzione	»	9
Prefazione	»	11
Leonardo da Vinci studioso di anatomia	»	13
Catalogo		
Gli organi interni	»	21
I primi studi anatomici	»	26
Cranio e cervello	»	46
L'apparato digerente e l'apparato riproduttivo	»	55
Muscoli e scheletro	»	79
Il cuore	»	122
Anatomia comparata	»	134
Proporzioni del corpo umano	»	141
Il nudo	»	148
Tavola cronologica	»	155
Glossario	»	156
Tavola delle concordanze	»	158
Nota bibliografica	»	160

© *1977, The Royal Academy of Arts, Londra*
© *1979, GIUNTI BARBERA, Firenze*

PRESENTAZIONE

La temporanea esposizione a Firenze di cinquanta fogli anatomici di Leonardo da Vinci costituisce un avvenimento eccezionale, sotto diversi aspetti. Anzitutto, tornano nella nostra città documenti di enorme valore, strettamente legati alla storia delle tradizioni artistiche e scientifiche di Firenze, nonché all'attività di sue prestigiose e plurisecolari istituzioni, come lo Spedale di S. M. Nuova, dove Leonardo ebbe occasione di compiere tanta parte delle proprie esperienze anatomiche.

In secondo luogo, grazie al gesto generoso della Regina di Gran Bretagna, che ha voluto dare soddisfazione a una nostra precisa richiesta, concedendo in prestito questi disegni di sua proprietà, si stabilisce un significativo rapporto, che speriamo non si esaurisca in questa occasione, tra Firenze e la Royal Library di Windsor, dove sono conservati i fogli leonardiani di anatomia, parte significativa di un corpo impareggiabile di documenti vinciani.

Oltre che dalla generosa disponibilità della Regina di Gran Bretagna alla quale, a nome dell'intera città, esprimo il più sentito ringraziamento, questa sensazionale esposizione è stata resa possibile dalla collaborazione disinteressata e altamente qualificata di molti autorevoli amici.

Un ringraziamento particolare debbo a Carlo Pedretti e a Kenneth Keele, autori dei preziosi testi del presente catalogo, che consentono di apprezzare in maniera adeguata il significato degli interessi leonardiani in questo campo.

Di decisiva importanza è risultata inoltre la collaborazione dei funzionari della Royal Library di Windsor, dal Librarian Sir Robin Mackworth-Young, a Mrs. Jane Roberts, che ha notevolmente contribuito alla redazione delle schede, all'architetto Paul Williams, cui si deve il progetto dell'allestimento, realizzato sotto la direzione dell'architetto Piero Micheli.

Mi sia consentito, infine, di esprimere viva riconoscenza agli autorevoli studiosi che hanno accettato di far parte del Comitato Scientifico della mostra fiorentina, offrendo disinteressata e qualificata collaborazione, e ai responsabili del Comitato per le Esposizioni di Firenze e Prato, che si sono assunti, con l'entusiasmo e la capacità consuete, il compito non facile di organizzare e gestire un'iniziativa tanto significativa e di così vasta risonanza internazionale.

Appare non poco significativo che questa mostra si tenga nei Quartieri Monumentali di Palazzo Vecchio, segnando così una tappa importante nello sforzo, perseguito con tenacia da questa Amministrazione, di restituire a funzioni precipuamente culturali Palazzo Vecchio.

ELIO GABBUGGIANI
Sindaco di Firenze

INTRODUZIONE

Leonardo da Vinci è considerato uno dei più grandi ingegni del Rinascimento italiano. Altri possono averlo eguagliato come artista, ma nessuno possedette nella sua misura quella curiosità di impadronirsi delle leggi del mondo fisico unita all'eccellenza che egli raggiunse nella pittura, nel disegno, nella scultura, e perfino nell'architettura. La vastità dei suoi interessi e del suo talento è rivelata, più che da qualunque altra opera, dai circa seicento disegni appartenenti alla regina Elisabetta II e custoditi nella Biblioteca Reale di Windsor.

Oltre agli stupendi studi di figure umane e di teste, agli incisivi paesaggi montani e alle meravigliose immagini di cavalli, vi è un gruppo di disegni che ha sempre attratto l'interesse degli scienziati e degli storici dell'arte: sono gli studi di anatomia, cinquanta dei quali presenti in questa mostra. Come il dott. Keele sottolinea, Leonardo aveva conoscenze anatomiche, derivate da personali esperimenti di dissezione, superiori a quelle dei contemporanei. Si aggiunga la suprema abilità nel tradurre le proprie scoperte in linguaggio grafico, giacché non bisogna dimenticare che questi studi, oltre ad essere suggestive figure scientifiche, sono opere d'arte incomparabili.

Le vicende dei disegni di Leonardo a Windsor sono complicate ed in parte oscure. L'artista lasciò le proprie carte, inclusi i disegni, all'allievo preferito, Francesco Melzi, della cui mano abbiamo un esempio nel foglio 19B della mostra. Dopo la morte del Melzi (c. 1570), il figlio di questi vendette la maggior parte del materiale di Leonardo allo scultore Pompeo Leoni (v. 20B), che lo portò con sé in Spagna. Morto il Leoni nel 1609, questo materiale andò disperso: almeno due dei volumi di note e disegni rimasero in Spagna e sono stati recentemente riscoperti alla Biblioteca Nazionale di Madrid. Un altro volume, però, venne acquistato, anteriormente al 1630, dal grande collezionista inglese Lord Arundel, consigliere in materia di opere d'arte del re Carlo I. In questo periodo vennero eseguite da Wenceslaus Hollar delle incisioni dei disegni di Leonardo, che includono figure dei fogli 8A, 27A e 29B. A causa della guerra civile, nel 1645, Lord Arundel lasciò l'Inghilterra e si trasferì ad Amsterdam, dove con tutta probabilità portò i disegni. Abbiamo nuovamente notizia dei disegni di Leonardo nel 1690, quando vennero mostrati allo statista e collezionista olandese Constantin Huyghens. A mostrarglieli fu la regina Maria II, che, unitamente al marito Guglielmo III,

era ascesa al trono inglese nell'anno precedente. Come i fogli leonardiani siano entrati nella Collezione Reale non è noto, anche se è stata avanzata l'ipotesi che Carlo II li abbia acquistati dal pittore di corte Sir Peter Lely.

D'altra parte, il conte Galeazzo Arconati, che nel 1637 donò il Codice Atlantico ed altri manoscritti alla Biblioteca Ambrosiana, conosceva l'esistenza dei trattati sui colori e sull'anatomia e vi fece riferimento nel 1634-39, affermando che si trovavano «nelle mani del re d'Inghilterra». Può darsi che sia stato lo stesso Lord Arundel a fornire quest'informazione (egli aveva tentato di acquistare dall'Arconati il Codice Atlantico), che probabilmente si riferiva al corpus degli studi anatomici di Leonardo ora a Windsor, tra i quali vi è un foglio piegato in due che tratta esclusivamente di problemi di ottica e di teoria dei colori.

Nel 1930 è stata completata la rimozione dei disegni di Leonardo dal volume in cui li aveva raccolti Leoni e in quell'anno la maggior parte dei disegni anatomici fu sistemata in tre nuovi volumi, corrispondenti alle pagine dei Manoscritti Anatomici A, B e C, come si può vedere in una serie di volumi pubblicati verso l'inizio del secolo (v. Bibliografia). Recentemente, constatata l'inadeguatezza di questa sistemazione, i disegni sono stati rimossi e inseriti tra due lamine trasparenti di perspex per proteggerli nel modo migliore. Questa soluzione permette di esporli separatamente e in maniera da poter osservare ambedue le facciate.

La mostra di Firenze ripete l'esposizione alla Royal Academy of Arts, a Londra, dal novembre 1977 fino al febbraio 1978.

Prima di essere montati, i disegni sono stati esaminati sotto i raggi ultra-violetti, con risultati a volte sorprendenti (v. Jane Roberts e Carlo Pedretti, *Drawings by Leonardo da Vinci at Windsor newly revealed by ultra-violet light*, «Burlington Magazine», CXIX, 1977, pp. 396-408). Nei cinque fogli che costituiscono la prima sezione del presente catalogo si sono identificati, sotto gli ultravioletti, studi prima invisibili; tali scoperte e relative fotografie sono incluse nel catalogo ed esposte in mostra.

Le note del presente catalogo, preparate da Kenneth Keele e da Jane Roberts, includono parecchie nuove informazioni, non esclusa una nuova trascrizione (in italiano moderno) delle note leonardiane a commento dei disegni. Tali importanti innovazioni appariranno con maggiore evidenza nell'edizione critica del corpus dei disegni anatomici di Leonardo conservati a Windsor (circa 200 fogli), preparata da Kenneth Keele e Carlo Pedretti, che sarà pubblicata, nel 1979, dalla Giunti Barbèra di Firenze. I testi del catalogo sono tradotti dall'inglese da Lorenza Pozzi.

Anthony Blunt

PREFAZIONE

Esempio mirabile del contributo di Leonardo da Vinci nell'arte e nella scienza, i disegni scelti per questa mostra illustrano le ricerche dell'artista in un campo che attrasse la sua attenzione per circa trent'anni, dal 1485 al 1515. Il materiale, appartenente alla raccolta della Regina d'Inghilterra custodito nel Castello di Windsor, viene classificato, secondo i diversi temi trattati, in nove sezioni. Tale partizione non solo mette in rilievo la suggestiva bellezza dei disegni, ma favorisce, nell'alternarsi dei temi, un esame più attento e un apprezzamento più lucido dell'evoluzione del pensiero di Leonardo nel corso degli anni. L'edizione in facsimile, di prossima pubblicazione, di tutti i disegni di Leonardo a Windsor segue questa medesima impostazione.

È parso, quindi, opportuno che la sezione introduttiva della mostra consistesse di due soli disegni, dello stesso soggetto, uno degli inizi e uno del periodo più tardo, così da evidenziare l'enorme progresso negli studi anatomici che Leonardo, partendo da fonti tradizionali, come Mondino, realizzò attraverso l'osservazione diretta, la quale conferì intensa vivezza alla sua concezione del corpo umano come struttura meccanica. La passione di Leonardo per la tecnologia, la sua straordinaria capacità nel presentare il funzionamento di una macchina, si trasfondono in queste immagini del corpo umano nelle quali si può avvertire quel soffio vitale che il Vasari percepiva nella gola della *Gioconda*.

Il tardo Quattrocento, quando Leonardo ebbe il proprio apprendistato nelle botteghe fiorentine, coincide con il periodo che vede nascere l'interesse per la figura umana in movimento. Per il Pollaiuolo il problema non era solo quello di elaborare un lessico di gesti e di atteggiamenti: si trattava di rendere dinamica la linea del disegno, di sostituire la svelta notazione del movimento alla lenta e diligente descrizione della forma; una svolta qualitativa che attrae Leonardo fin dal 1473, dal tempo delle prime scoperte dei giochi di luce sulle rocce, gli alberi, l'acqua e i campi, in quel paesaggio della valle d'Arno che prelude al più tardo assunto della forma come struttura agitata da un continuo flusso di energia.

L'atteggiamento nuovo di Leonardo davanti alla natura e alla forma umana trova la prima espressione nel *San Gerolamo* della Pinacoteca Vaticana, il dipinto incompiuto che risale al tempo dell'*Adorazione dei Magi* (intorno al 1480), spesso citato come esempio di un'approfondita conoscenza anatomica, derivata da personali dissezioni. Sorprende, in verità,

constatare come la stupenda modellatura dei muscoli del collo e delle spalle possa ben sostenere il confronto con i disegni, di trent'anni posteriori, qui esposti (per esempio il n. 27), che presentano un'analisi assai sofisticata di quegli stessi muscoli. Ma il *San Gerolamo* è innanzi tutto la prima traduzione pittorica dei principi leonardeschi della rappresentazione della figura « in contesto », come una struttura architettonica concepita in pianta e alzato, così da valorizzarne il senso volumetrico in rapporto agli altri elementi della composizione. Questo ci porta a comprendere la vibrante intensità di tutti i suoi dipinti posteriori, come la *Vergine delle Rocce*, dove la grotta che circoscrive le figure si fonde così armonicamente con il carattere di queste da venire percepita come elemento essenziale della concezione iconografica e non già come mera decorazione di fondo.

Ogni volta, infatti, che la figura umana appare presentata come nucleo di un ambiente naturale, risulta implicita l'equazione tra figura e forze generative della natura. Unità di ispirazione, quindi, tra il famoso disegno del feto nell'utero e la figura umana circondata ed avvolta dal paesaggio, come nella *Gioconda*, nella *Leda* e nella *Sant'Anna*. E il fatto che la generazione implichi trasformazione rinvia ai princìpi stereometrici dell'architettura del primo Cinquecento, quando Bramante vedeva l'edificio a pianta centrale come nucleo di un contesto architettonico che da quello si sviluppava.

Leonardo e Bramante, si sa, erano amici. Molto meno è invece noto dell'influenza che esercitarono l'uno sull'altro: un influsso reciproco che tanto contribuì a produrre quel periodo di stile grandioso e monumentale nell'arte italiana, che giustamente è visto come ritorno agli ideali dell'antichità. Tale stile espresse mirabilmente la forza e la chiarezza intellettuale che rifletteva le ambizioni imperiali di papi e monarchi, così come l'orgoglio civico che animava la nuova organizzazione sociale della Repubblica Fiorentina. Lo splendore e la maestà delle forme, sia umane che architettoniche, insite nella visione artistica di Leonardo e di Bramante, dovevano inevitabilmente condurre allo stile accademico, tipico della risposta di Raffaello a tali canoni. Con ciò sopraggiunse l'irrequietezza di un'epoca di riforme, che trovò suprema espressione nella visione michelangiolesca del corpo umano in atteggiamenti di conflitto interiore.

Carlo Pedretti

LEONARDO DA VINCI STUDIOSO DI ANATOMIA

Dire che Leonardo da Vinci fu espressione di una combinazione genetica eccezionale significa ripetere, in un linguaggio moderno, il giudizio che or sono tre secoli ne diede il Vasari, quando affermò che il suo genio era dono di Dio. Genio, o combinazione genetica, che si rivelava non solo nelle qualità intellettuali, ma anche negli attributi fisici. Proprio questi ultimi hanno influenzato in modo determinante l'approccio di Leonardo all'anatomia del corpo umano. Secondo il Vasari, egli univa in sé squisite facoltà sensorie e grande forza fisica e destrezza, se è consentito usare questo termine per un uomo che per tutta la vita scrisse e disegnò con la mano sinistra. La sua opera anatomica comincia con due ben definiti periodi in cui facoltà sensorie e fisiche si espressero nel più alto grado.

Leonardo ereditò questa straordinaria ricchezza genetica da una giovane contadina, Caterina, e da un notaio fiorentino, Ser Piero da Vinci. Il loro figlio illegittimo, Leonardo, nacque a Vinci il 15 aprile 1452. Si dice che, fin da bambino, mostrasse un eccezionale talento per la geometria, per la musica e per l'arte. Ser Piero, avendolo notato, portò alcuni disegni del figlio a Firenze per mostrarli all'amico Andrea del Verrocchio, il quale rimase così colpito dalla loro qualità che accettò subito la giovane promessa come apprendista nella propria bottega. Anche il Verrocchio si rendeva conto dell'importanza della prospettiva, come pure dei vantaggi che sarebbero derivati dal rappresentare il corpo umano sulla base di sicure conoscenze anatomiche. Come Leonardo, egli non aveva seguito un preciso curriculum di studi. La situazione d'indipendenza dalle opinioni tradizionali gli consentì di imparare ad attingere copiosamente nozioni dall'osservazione diretta e di applicare senza riserve le proprie idee.

In una bottega vicina lavoravano i fratelli Antonio e Piero del Pollaiuolo, che avevano non minore interesse per l'anatomia e ne seppero fare tesoro in dipinti come il *Martirio di San Sebastiano* (Londra, National Gallery). In questo ambiente Leonardo trovò gli elementi ideali per il *San Gerolamo* (Roma, Musei Vaticani), dove l'anatomia del corpo e del collo riflette in modo drammatico l'angoscia dell'anima.

Il problema della prospettiva, tuttavia, non era del tutto congeniale al Verrocchio, ossessionato dai suoi fondamenti geometrici. Non così per Leonardo, che progredì in questo campo, basando i propri studi sui lavori di Leon Battista Alberti e di Piero della Francesca. Osservando gli oggetti attraverso una lastra di vetro verticale, o pariete, Leonardo giunse

a comprendere l'importanza del rapporto tra prospettiva e calcolo delle misure dei corpi nelle loro proporzioni reali. Questa scoperta lo indusse ad applicarsi alla rappresentazione realistica di macchine con tale accuratezza di misurazione che è stato possibile, in anni recenti, effettuarne la ricostruzione. Non occorse molto a Leonardo per intuire che lo stesso principio prospettico poteva venire impiegato per estrarre notizie vere dalla « macchina universale della Terra ». E quello che era valido per il macrocosmo Terra era certamente valido anche per il microcosmo, cioè il corpo vivente dell'uomo che, come la grande macchina terrestre, è racchiuso nella sfera dell'aria.

Così le prime esplorazioni di Leonardo nel campo dell'anatomia umana ebbero come cardine la natura della « esperienza » e, in particolare, dell'esperienza prospettica. È per lo più a questi primi anni, intorno al 1490, che risalgono le sue numerose diatribe contro i « maestri »:

> Molti mi crederanno ragionevolmente potere riprendere, allegando le mie prove esser contro all'alturità d'alquanti omini di gran reverenza appresso de' loro inesperti giudizi, non considerando le mie cose essere nate sotto la semplice e mera sperienza, la quale è maestra vera (*Codice Atlantico*, f. 119, v a).

Queste affermazioni appartengono agli anni in cui Leonardo compiva diligenti e costanti esperimenti di prospettiva e dava inizio alle dissezioni anatomiche.

È interessante osservare come in questo primo periodo di studi anatomici, dal 1487 al 1493 circa, predominino le dissezioni del sistema nervoso connesso con le facoltà sensorie, in particolare con la vista. Il fatto che i disegni più belli del cranio appartengono a questo periodo presenta una contraddizione soltanto apparente. Il testo che accompagna questi primi disegni del cranio (come, per es., il n. 8A) è, infatti, in gran parte relativo alla ricerca della posizione dei centri delle facoltà sensorie e della vista all'interno del cranio. Qui il sistema di linee incrociate è inteso prima di tutto a dimostrare il luogo nel quale concorrono tutti i sensi, cioè il « senso commune », dove ha sede l'anima. E, nel disegno in basso della stessa pagina, i nervi ottici sono raffigurati individualmente in maniera chiara. E ancora, sul verso di questo foglio (8B), accanto al meraviglioso disegno in sezione dell'orbita e del seno mascellare, egli scrive: « Nel vacuo di sopra s'asconde l'occhio strumento della vista... Il buco *b* [foro ottico] è dove la virtù visiva passa al senso comune ». In tal modo egli dette sostanza

anatomica alla descrizione dell'occhio come « finestra dell'anima ».

Questa preoccupazione per la fisiologia della vista, anche in un contesto anatomico così poco attinente, fa capire perché la maggior parte dei copiosi studi di Leonardo sull'occhio e sulla vista non si trovino nei cosiddetti manoscritti anatomici, ma risultino sparsi in altri lavori. Tali studi, comunque, tendono tutti ad una comprensione più profonda degli aspetti soggettivi della « esperienza », quale si acquista attraverso tutti i sensi, non soltanto quello della vista. Parallelamente, egli tentava un'analisi della natura dell'osservazione oggettiva dei fenomeni naturali, come la forma, la grandezza e la distanza degli oggetti, usando la tecnica delle proporzioni prospettiche sulla lastra di vetro verticale. Attraverso una conoscenza integrata della prospettiva e della fisiologia della vista, Leonardo sperava di giungere a comprendere come « Necessità costringe la mente del pittore a tramutarsi nella mente della natura e a farsi interprete tra essa natura e l'arte » (*Trattato della pittura*, f. 24v). Così Leonardo superò l'antitesi tra scienza e arte.

Quando sentì di essere arrivato a comprendere come la « esperienza » potesse agire da interprete tra la natura e l'arte, Leonardo abbandonò le indagini anatomiche per una ventina d'anni. Durante tale periodo si dedicò a sviluppare la propria concezione del macrocosmo, che egli amava chiamare « macchina terrestre ». Trovando inadeguata alla soluzione dei problemi della distanza la semplice prospettiva lineare, estese i principi della prospettiva al colore e alla prospettiva aerea. Concepì anche l'idea che queste regole prospettiche si potessero allargare alla sfera di quelle che egli chiamava le quattro forze della natura: movimento, peso, forza e percussione, agenti sui quattro elementi, terra, aria, fuoco e acqua. Per Leonardo le forze, non estese nello spazio, erano forme « spirituali » di energie che si manifestavano nel movimento o nelle mutazioni. Dopo aver condotto innumerevoli esperimenti con pulegge, leve, specchi, lenti e, specialmente, con l'acqua, egli giunse alla conclusione che queste forze presentavano un modo d'azione prospettico o « piramidale » (« Tutte le potenzie naturali ànno, over sono, da essere dette piramidali », *Codice Atlantico*, f. 151ra).

Dapprima Leonardo applicò le leggi della propria meccanica ai movimenti del corpo umano nel suo insieme: al suo centro di gravità, all'azione del camminare, del correre, del nuotare. Molti di questi studi si trovano nel *Trattato della pittura*.

Verso il 1495, Leonardo strinse amicizia con il matematico Luca Pacioli che gli fece conoscere i lavori dei classici della geometria, come Euclide

ed Archimede. Ciò contribuì a rafforzare in Leonardo la convinzione che la geometria contenesse la chiave per interpretare la natura, inclusi gli effetti delle « quattro forme » dei corpi dell'uomo e degli animali.

Una visita di Leonardo all'Ospedale di Santa Maria Nuova di Firenze fornì l'occasione per un'ulteriore applicazione anatomica. Come Leonardo stesso racconta,

> questo vecchio, poche ore prima della sua morte, mi disse di passare i cento anni, e che non si sentiva alcun mancamento nella persona altro che debolezza e così standosi a sedere su un letto nell'Ospedale di Santa Maria Nova di Firenze senz'altro movimento o segno d'alcuno accidente passò di questa vita; ed io ne fece l'anatomia per vedere la causa di sì dolce morte ... la qual anatomia descrissi assai diligentemente e con gran facilità per essere il vecchio privo di grasso e di umore, il che assai impedisce la cognizione delle parti (K/P 69 v; RL 19027 v).

Praticando le dissezioni anatomiche, Leonardo mise a profitto sia i propri princìpi artistici che quelli scientifici. Divorato dalla curiosità e dalla passione per la ricerca, non era infatti uomo da credere nella scienza come fine a se stessa. Egli conclude bruscamente uno degli innumerevoli panegirici in lode della scienza con questo giudizio: « E questa fia la scienza della pittura che resta nella mente de' suoi contemplati, della quale nasce poi l'operazione, assai più degna della predetta contemplazione o scienza ». E tra le sue annotazioni ai disegni anatomici troviamo questo commento: « E questa tal generazione merita infinite laude per l'utilità delle cose da loro trovate, per l'utilità degli uomini, e più ne meriterebbero se non fossero stati inventori di cose nocive come veleni e altre simili rovine di vita o di mente » (K/P 50 v; RL 19045 v).

Così, quando riprese le indagini anatomiche, Leonardo mise a frutto le conoscenze scientifiche acquisite dal tempo delle sue ricerche iniziate vent'anni prima. Questa volta il suo interesse si focalizzò sui movimenti all'interno del corpo umano. Si tratta di una nuova visione, che egli così sintetizza in un'annotazione del foglio K/P 153 r (RL 19060 r), siglato in prossimità di uno schizzo della circolazione nella donna gravida e nel feto:

> Perché Natura non può dare moto agli animali senza strumenti macchinali, come da me è dimostrato in questo libro sull'opera di movimento della Natura negli animali. E per questo io ho composto le regole nelle quattro potenze della Natura senza le quali niente può dare moto locale ad essi animali; e poi a descrivere come questo movimento genera, ed è

> generato, da ciascuna delle altre tre potenze ... e diremo prima che ogni moto locale insensibile è generato dal motore sensibile, così come nell'orologio il contrappeso è tirato in alto dall'uomo suo motore.

E di nuovo, proprio mentre è impegnato nell'esecuzione dei bellissimi disegni dell'anatomia della mano del n. 32B, Leonardo se ne esce con quest'affermazione perentoria: « Fa che il libro degli elementi macchinali con la sua pratica preceda la dimostrazione del moto e della forza dell'uomo e altri animali e mediante quelli tu potrai provare ogni tua proposizione ».

I disegni anatomici di Leonardo si possono leggere ed ammirare a diversi livelli. L'artista vi vedrà l'abilità con la quale un oggetto tridimensionale è stato prospetticamente trattato in una raffigurazione a due dimensioni, e la delicatezza con cui l'ombreggiatura rende l'illusione del rilievo. Lo scienziato potrà apprezzarvi la precisione tridimensionale del particolare raffigurato; cioè la sistematica presentazione di ogni parte sotto almeno tre angolature, frontale, posteriore e laterale, assieme all'inarrivabile abilità nell'illustrare la meccanica delle articolazioni e dei muscoli.

Leonardo pose molta cura nell'affinamento della tecnica di illustrazione anatomica. Ecco, abbreviato, uno dei brani che rivelano tale preoccupazione:

> Questa mia figurazione del corpo umano ti si mostrerà non altrimenti che se tu avessi l'uomo naturale innanzi agli occhi. E la ragione è che se tu vuoi ben conoscere la parte dell'uomo anatomizzato, tu lo devi voltare, o lui o l'occhio tuo, sotto diversi aspetti, considerandola di sotto e di sopra e dai lati... Ma tu devi intendere che tal notizia non ti lascia soddisfatto a causa della grandissima confusione che risulta dalla commistione di membrane con arterie, nervi, corde, muscoli, ossi, sangue, il quale tinge di sé ogni parte d'un medesimo colore... Dunque è necessario fare più anatomie, delle quali tre per avere piena notizia delle vene e delle arterie, distruggendo con somma diligenza tutto il rimanente; altre tre per avere notizia delle membra; tre per le corde e i muscoli e i legamenti, tre per gli ossa e le cartilagini, tre per l'anatomia delle ossa, le quali s'hanno a segare per mostrare quale è cavo e quale no... E tre bisogna farne per la donna nella quale è il gran mistero della matrice e del suo feto (K/P 154 r; RL 19061 r).

Non c'è ragione di dubitare del fatto che Leonardo attuò questo programma, o almeno gran parte di esso, poiché, in anni più tardi, affermerà

di avere dissezionato più di trenta corpi; e sappiamo che un certo numero di suoi « libretti », offerti nel 1613 al Granduca Cosimo II dei Medici di Firenze e da questi rifiutati, sono andati perduti.

Per problemi anatomici particolari Leonardo escogitò soluzioni ingegnose. Per esempio, per rendere chiara la funzione delle articolazioni, come perni per i movimenti delle ossa, egli ne separò le superfici.

> E così darai la vera notizia delle loro figure, che è impossibile che antichi e moderni scrittori ne potessero mai dare vera notizia senza una immensa e tediosa e confusa lunghezza di scrittura e di tempo (20A).

Quando si trova di fronte alla difficoltà di dimostrare il rapporto tra muscoli a livello diverso, egli propone questo sistema:

> Fa fili prima che tu formi muscoli, e detti fili valgano a dimostrare li posti dei muscoli e vadano a congiungersi con i loro capi al centro degli attacchi dei muscoli alle ossa » (27B e K/P 151 r; RL 19017 r).

Così, egli ridusse ossa ed articolazioni a leve che agiscono su perni, e i muscoli a linee di forza che operano su queste. Al momento di fissare la vera forma dei ventricoli del cervello, Leonardo fece ricorso alla propria esperienza di scultore, ricavandone, mediante iniezioni, dei calchi in cera, e rimovendo quindi i tessuti cerebrali che li avvolgevano (v. n. 10). Per verificare il flusso del sangue attraverso la valvola aortica del cuore, egli preparò un modello in vetro di questo organo.

Riepilogando, è lecito dire che i disegni anatomici di Leonardo si possono suddividere in tre gruppi principali: quelli derivati dai predecessori medievali; quelli di « anatomia descrittiva », basati sull'osservazione non inquinata da preconcetti; e quelli che illustrano l'applicazione al corpo umano delle leggi fisiche da lui stesso scoperte.

In epoca medievale, l'anatomia era assai primitiva: rozze figure ripiegate su se stesse, con organi quasi irriconoscibili, offerte come simboli e non come rappresentazioni realistiche, costituivano il materiale corrente usato dai medici. Alcuni dei primi disegni di Leonardo, del 1489 circa, erano basati su queste nozioni di anatomia medievale. Il disegno dei tre ventricoli cerebrali (v. n. 9A) ne offre un esempio eccellente, dipendendo da un modello nella *Philosophia naturalis* di Alberto Magno, di cui Leonardo possedeva una copia. Da un altro lavoro medievale, il *Fasciculus medicinae* del Ketham, Leonardo attinse i contorni della figura umana, nei quali inserì la visualizzazione dell'« albero delle vene », sulla base delle

teorie di Galeno (v. n. 1). In quello stesso periodo egli fece illustrazioni anatomiche puramente descrittive, fondate sull'osservazione diretta e rese possibili dalla sua padronanza della prospettiva, come le illustrazioni del cranio sul K/P 42 v (RL 19058 v), dove per la prima volta è rivelato il seno mascellare, all'altezza dello zigomo. Questo tipo di dimostrazione, fondata su dissezioni dirette, non aveva precedenti.

Applicando, nel corso degli anni, le proprie leggi fisiche all'anatomia umana, Leonardo giunse ad un'intuizione del tutto singolare dei princìpi meccanici della fisiologia. Si tratta di nuove vedute, che i contemporanei non erano ancora pronti ad accettare. La stessa anatomia descrittiva rimase ignorata fin quando il sistema galenico non fu soppiantato dall'opera rivoluzionaria del Vesalio, con la pubblicazione, nel 1543 (ventiquattro anni dopo la morte di Leonardo), del suo capolavoro, *De humani corporis fabrica.* Fu questa l'opera che gli anatomisti contemporanei riconobbero rivoluzionaria e tale da costituire una pietra miliare per il futuro progresso dell'anatomia. Così, in questo campo, come in tanti altri aspetti della propria opera, Leonardo si destò troppo presto, appena al nascere dello spirito scientifico del Rinascimento, quando gli altri erano ancora profondamente immersi nel sonno medievale.

Senza rendersene conto, Leonardo descrisse esemplarmente in questo brano se stesso e il proprio particolare genio per l'anatomia (K/P 113 r; RL 19070 v):

> E tu che dici esser meglio veder fare l'anatomia che vedere tali disegni, diresti bene se fosse possibile vedere in una sola figura tutte le cose che nei disegni si mostrano; ma con tutto il tuo ingegno in questa non vedrai e non avrai notizia se non d'alquante poche vene .... E un sol corpo non bastava a tanto tempo che bisognava procedere di mano in mano con tanti corpi per avere completa cognizione, la qual cosa feci due volte per vedere le differenze. E se tu avrai l'amore a tal cosa, tu sarai forse impedito dallo stomaco, e se questo non ti impedisce tu sarai forse impedito dalla paura di abitare in tempi notturni in compagnia di tali morti squartati e scorticati e spaventevoli a vedersi; e se questo non t'impedisce forse ti mancherà il buon disegno, che si addice a tal figurazione; o, se avrai il disegno, non sarà accompagnato dalla prospettiva; e, se lo sarà, ti mancherà l'ordine della dimostrazione geometrica, o il calcolo delle forze e della potenza dei muscoli; o forse ti mancherà la pazienza; così che tu non sarai diligente. Se tutte queste cose sono state in me o no, i centoventi libri da me composti ne daranno sentenza, nei quali non sono stato impedito né da avarizia o negligenza ma sol dal tempo. Addio.

KENNETH KEELE

CATALOGO

GLI ORGANI INTERNI

Un periodo di dieci anni circa separa i due disegni (1 e 2A) che costituiscono questa sezione. Durante i decenni iniziali del secolo XVI, Leonardo trasformò l'anatomia dalle povertà medievali in una disciplina moderna. Si trattò, tuttavia, di una conquista cui giunse per gradi.

Quali furono i progressi compiuti si può constatare nel disegno più tardo: più precisa è la forma del fegato, dei reni e della milza, così come più corretta la posizione di questi organi.

La figura dall'aspetto depresso del n. 1, nella quale Leonardo ha trasfuso per lo più nozioni di anatomia medievale, è tratta da un *Fasciculus medicinae* dell'epoca.

1. *Figura anatomica raffigurante cuore, polmoni e arterie principali*

Penna e inchiostro bruno scuro con acquerellature in colore su carboncino (280 × 198 mm.; K/P 36 r; RL 12597 r).

Le didascalie « albero di vene » e « parti spirituali », scritte rispettivamente tra le gambe e a sinistra della figura, rinviano alla concezione galenica del sistema vascolare, secondo la quale i fluidi naturali scorrevano nelle vene traendo origine dal fegato, mentre quelli vitali, nascendo dal cuore, si diramavano nelle arterie. All'altezza della spalla sinistra si legge un promemoria di pugno di Leonardo: « Taglia per mezzo cuore, fegato, polmone e i rognoni, acciò che tu possa interamente figurare l'albero delle vene ».

Dal grado di imprecisione anatomica e dall'andamento ornamentale della grafia, si può desumere che Leonardo eseguì questo disegno tra il 1490 ed il 1500, sotto l'influenza delle teorie anatomiche medievali dei predecessori. È probabile che il disegno sia relativo ad un modello anatomico, perché può essere assegnato a un periodo vicino a quello del n. 163, dove Leonardo accenna alla costruzione di tale modello: « Quando tu hai finito di creare l'uomo, tu farai la statua con tutte le sue misure superficiali ».

2A *Dissezione dei principali organi e del sistema arterioso della donna*

Penna e inchiostro bruno, acquerellato in colore su carboncino, su carta acquerellata in colore bruno giallastro. Perforato (478 × 333 mm.; K/P 122 r; RL 12281 r).

Questo studio è di circa dieci anni posteriore al n. 1. Pur eliminando alcune

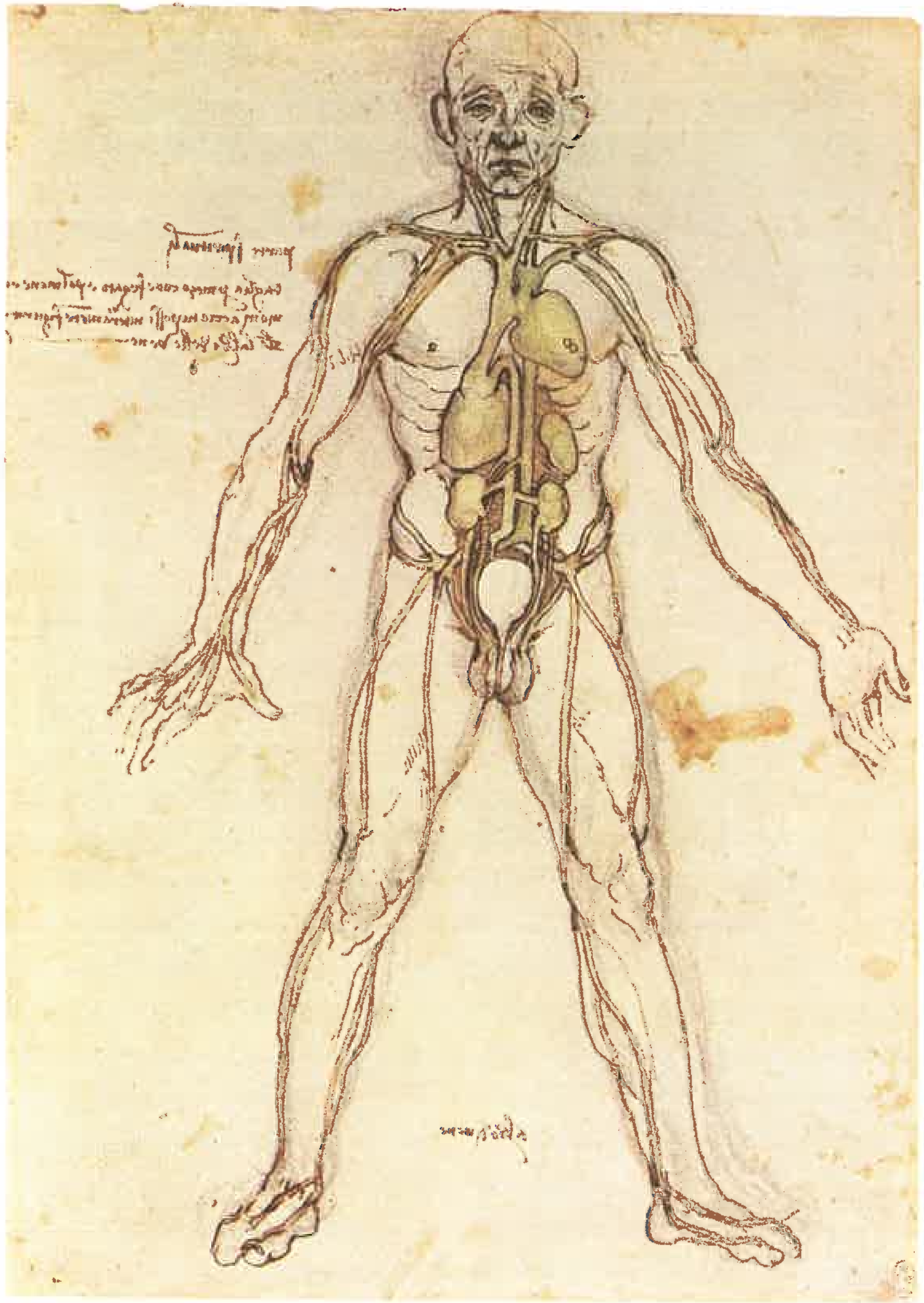
FACOLTÀ DI LETTERE E FILOSOFIA
BIBLIOTECA - CHIETI

delle imprecisioni del disegno precedente, conserva, tuttavia, molti degli errori che Leonardo ereditò dalla tradizione di Galeno e di Avicenna. Ne offre un esempio il tracciato della vena cava, che attraversa il cuore, diramandosi al ventricolo destro, assolutamente privo di atrio. La relativa precisione di forma e dimensioni dei reni, del fegato e della milza è frutto di osservazioni dirette di tali organi, peraltro analizzati in dettaglio nel n. 2B.

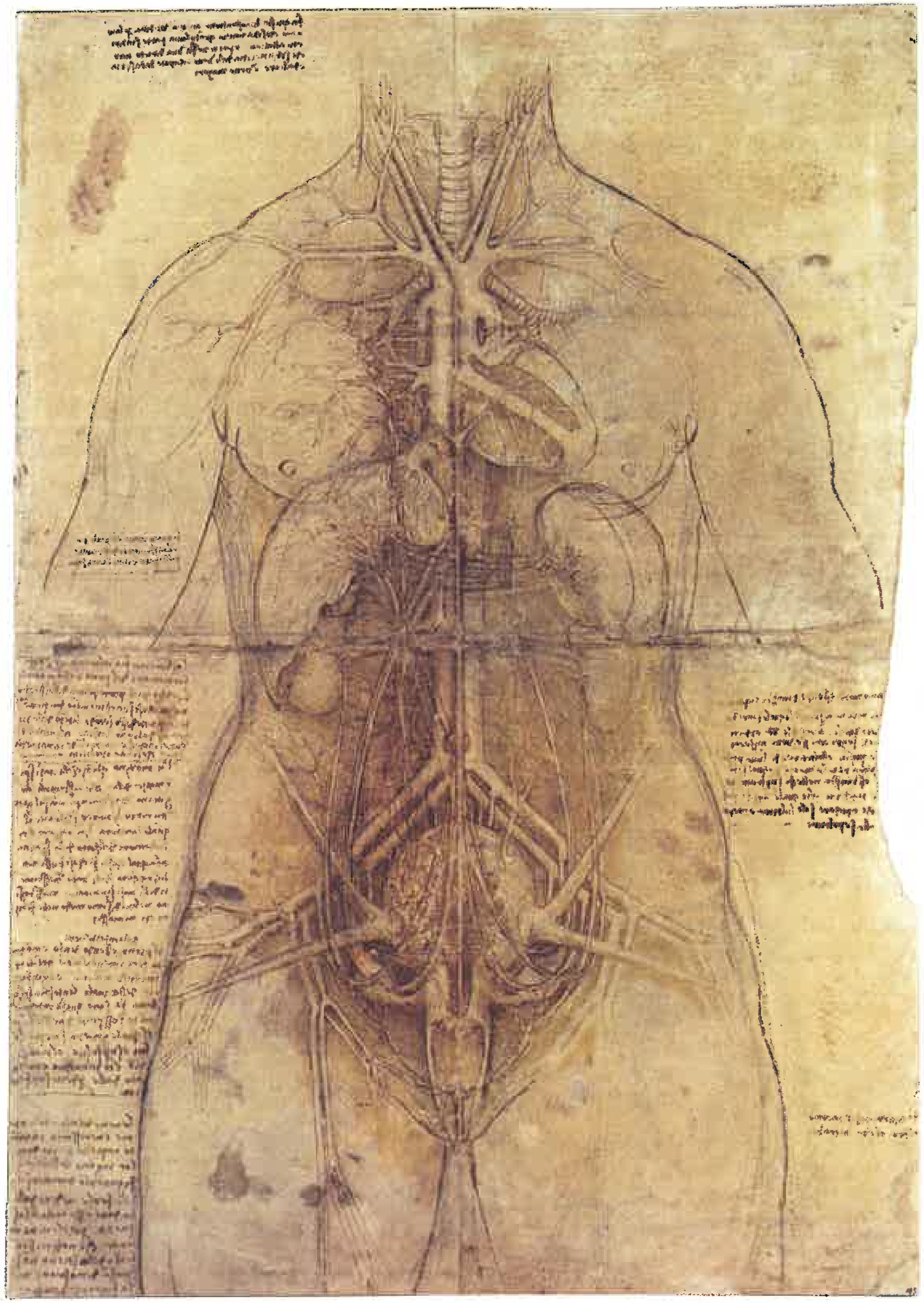
In alto a sinistra, si registra una delle numerose annotazioni nelle quali Leonardo indica la via da seguire nel prosieguo degli studi anatomici: « Fa questa dimostrazione vista anche per lato, acciocché si dia a vedere quanto l'una parte sia dietro all'altra e poi fanne una di dietro, acciocché si dia a vedere le vene occupate dalla spina e dal cuore e le vene maggiori ».

Dalla perforazione e dalle piegature del foglio si può desumere che i contorni, tracciati inizialmente sulla parte sinistra, furono poi riportati mediante perforazione sull'altra metà del foglio piegato verticalmente, e il disegno sul lato destro venne completato sulla base dell'impronta ottenuta in tal modo. Completato il disegno e aggiunti tratti asimmetrici, l'intero disegno venne trasferito su un altro foglio con un ulteriore procedimento di perforazione (v. K/P 121 r; RL 12280).

2B *Verso del* 2A *con perforazioni*



1



2A

2B

I PRIMI STUDI ANATOMICI

Questa sezione comprende cinque studi a punta di metallo su carta preparata blu, alcuni dei quali (per es., i nn. 3B e 5A) contrassegnati con iniziali doppie in grafia cinquecentesca. Risalgono indubbiamente tutti allo stesso periodo (1487-89 circa) e gli studi che contengono presentano un contenuto omogeneo.

Tali studi sono per la maggior parte di soggetto anatomico e presentano una combinazione di nozioni tradizionali (specie riguardo al cervello) e di esperienze personali dell'artista tratte, in un caso (5B), dalla dissezione di una rana, in un secondo (5A), di una scimmia e, in altri, di un essere umano. Le annotazioni che accompagnano talvolta i disegni, nelle quali Leonardo riferisce quanto ha già fatto e quanto ancora intende fare, costituiscono una testimonianza del metodo d'indagine leonardiano. L'attenzione è diretta in particolare ai problemi del sistema nervoso.

La lettura di questi disegni è stata resa assai più agevole dalla esposizione ai raggi ultravioletti. Qualunque fosse la sostanza che Leonardo usò per la punta di metallo (in passato sempre indicata come argento), risultò ben presto invisibile ad occhio nudo. Prova ne sia il fatto che Dürer, il quale copiò i disegni del n. 5B nel taccuino di Dresda, riprodusse solo quanto è visibile oggi e non il tracciato completo della punta di metallo, quale appare alla luce degli ultravioletti.

3A *Studi anatomici eterogenei*

Penna e inchiostro bruno scuro (due tonalità) su punta di metallo; carta preparata in blu (222 × 290 mm.; K/P 4 r; RL 12627 r).

Il disegno in basso al centro rivela i tentativi di Leonardo di impadronirsi della disposizione degli organi principali (segnati con linee indicatrici) del petto e dell'addome, la regione che a quel tempo veniva indicata come *situs figurae*.

A sinistra, in una sezione ovale, Leonardo cerca di localizzare i ventricoli cerebrali e traccia i nervi ottici, acustici, e olfattivi, secondo le loro traettorie presunte. Alla luce dei raggi ultravioletti si possono leggere le didascalie relative ai ventricoli. Esse indicano, dall'alto verso il basso, « memoria », « chomune senso » e « imprensiva ». I tre ventricoli sono ripetuti nella sezione cranica della testa di vecchio a sinistra. I raggi ultravioletti permettono di leggere un altro disegno del cranio, probabilmente relativo alla testa di vecchio, vicino al *situs figurae*, sulla sinistra. Questo disegno illustra le orbite, dalle quali partono i nervi ottici per convergere poi nel ventricolo anteriore, unito mediante un esiguo condotto ai ventricoli mediano e posteriore. Per la rappresentazione grafica dei ventricoli cerebrali, v. l'introduzione al n. 9A, da assegnare agli anni 1493-94.

A destra, capovolta, è rappresentata una gamba in sezione, con il nervo

safeno e la relativa vena, ed il muscolo sartorio, di forma lineare, indicato con il termine « lacerto ».

Lo schizzo al centro rappresenta le viscere di un animale. Da destra a sinistra si leggono le seguenti indicazioni: « stomacho », « fegato » e « sangue », quest'ultima connessa al tratto che sembra raffigurare due cavità pleuriche contenenti tale sostanza.

Lungo il margine superiore del foglio, si osserva uno schizzo della regione lombare, bacino, femore e tibia, destinato a chiarire l'interruzione tra le ossa, da una parte, e il punto di origine e il percorso del nervo sciatico, dall'altra. Dal disegno laterale del femore con il trocantere terziario appare evidente che Leonardo, all'epoca di questo disegno, aveva una certa conoscenza dello scheletro equino.

Il foglio contiene altri disegni, visibili solo alla luce dei raggi ultravioletti. Nell'angolo in alto a destra si vedono due schizzi di un montacarichi a ruote dentate e pignoni. A sinistra di questi il ben noto svolazzo di Leonardo, « djmmj », e, più in basso, un fascio di nervi che, partendo da sotto la clavicola, si dirama lungo il braccio (cfr. n. 5A). A destra del *situs figurae* vi è un piccolo disegno ad intrecci. Lungo il margine sinistro, sotto la testa di vecchio, emerge una struttura rettangolare, forse un disegno architettonico in pianta. Al centro, sotto il disegno di visceri, si delinea un profilo di giovane eretto. Infine, nell'angolo superiore sinistro, si sono potute recuperare quattro righe di manoscritto, contenenti un enigma che gli studiosi di Leonardo non sono ancora riusciti a risolvere.

3B *Sezioni trasversali della gamba*

Penna e inchiostro bruno (K/P 4 v; RL 12627 v).

Una delle tecniche usate da Leonardo per la dissezione e l'illustrazione anatomica consisté nel rappresentare la gamba come « corpo trasparente », in sezioni trasversali, alle diverse altezze qui indicate. In alcune delle superfici trasversali delle sezioni venne disegnata la struttura anatomica che queste mettevano in evidenza. Una di queste è contrassegnata da lettere alfabetiche, da *a* ad *h*. Non risulta che Leonardo abbia fatto largo uso di questa tecnica per gli arti; forse le circostanze in cui la sperimentò non consentirono di osservare adeguatamente le relazioni delle parti molli, né queste sarebbero state di grande aiuto nell'analisi della meccanica delle forze muscolari che costituiva l'interesse predominante di Leonardo. Un altro esempio di uso di questa tecnica è osservabile nel n. 4 (figura a sinistra della centrale).

4 *Muscoli, tendini e vene del braccio e della gamba*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) su due tipi di punta di metallo; carta preparata in blu (212 × 297 mm.; K/P 5 r; RL 12617 r).

Gli otto disegni della gamba contenuti in questo foglio comprendono una sezione in alzata (a sinistra della parte centrale) e, sotto questa, una sezione trasversale del polpaccio, contrassegnata con lettere, dalla *a* alla *o*. La parte inferiore del foglio reca, a sinistra e a destra, due studi del braccio e della spalla (chiaramente identificabili ruotando il foglio di 90°) con un tracciato assai schematico del plesso brachiale. A destra del punto centrale, si vede uno schizzo dei muscoli addominali, con costole e pelvi. La lettura di questi disegni è resa più chiara dall'esame ai raggi ultravioletti. Lo stesso dicasi per i progetti architettonici lungo il margine inferiore; non sappiamo a quale edificio si riferiscano, ma potrebbero essere collegati ai disegni di palazzi contenuti nel *Codice Atlantico*, f. 324 r (c. 1482), in cui Leonardo elencò i libri che intendeva portare a Milano e quelli che dovevano rimanere a Firenze. Un disegno in pianta sembra indicare una successione di colonne e gradinate, come in un tempio antico, il che fa pensare che questi spunti architettonici siano ispirati dalla lettura di Vitruvio.

5A *Ossa e tendini del braccio e della spalla con studi di visceri animali*

Penna e inchiostro bruno scuro su punta di metallo; carta preparata in blu (222 × 304 mm.; K/P 1 v; RL 12613 r).

I disegni di questo foglio presentano una stretta relazione con quelli del n. 3A. Sono, infatti, molto simili l'illustrazione di visceri animali nel lato sinistro della pagina e gli sbiaditi tracciati di spalle e gambe capovolte sul margine destro. Anche qui i raggi ultravioletti hanno portato a nuove scoperte, rendendo leggibili vari punti del manoscritto. Nell'angolo in alto a sinistra, da sinistra a destra, si legge:

Jn questo modo nascho
no i nervi dj tutta la
persona a ciascū
nodo della schiena

Un altro disegno di vertebre, nel centro a sinistra, invisibile ad occhio nudo, reca le annotazioni: « osso/ spuga/ nervo voto » (osso, spugna, nervo cavo). Questa figura mostra chiaramente il punto d'origine del nervo spinale, tra due serie trasversali di vertebre vicine. L'espressione « nervo cavo » si riferisce alla teoria della trasmissione degli impulsi nervosi lungo una cavità longitudinale del nervo.

5B *Scheletro e tendini del braccio e della gamba*

Penna e inchiostro bruno scuro su punta di metallo, carta preparata in blu (K/P 1 r; RL 12613 v).

Le figure più importanti che coprono la parte destra del foglio vennero copiate specularmente da Dürer nel taccuino di Dresda. È improbabile, per varie ragioni, che Dürer abbia avuto conoscenza diretta di questo foglio; è più facile che ne abbia conosciuto una copia (forse un'incisione). Comunque, egli copiò quel tanto che è visibile oggi: il tracciato dello scheletro e dei tendini compare nella copia di Dürer incompleto, come oggi nell'originale, mentre i raggi ultravioletti permettono di vedere che Leonardo aveva rifinito il disegno a punta di metallo. Si deve, quindi, concludere che, già negli anni in cui Leonardo era ancora in vita, il tracciato a punta di metallo era sbiadito fino a diventare invisibile. Tra gli altri disegni che emergono sotto i raggi ultravioletti, merita sottolineare una struttura turriforme, a sinistra, all'altezza del centro, simile ad una del *Codice Atlantico*.

Il disegno in alto a sinistra illustra il midollo spinale di una rana. Le note che circondano i disegni, scritte sia da sinistra a destra, sia al contrario, comprendono brani come questo: « La ranocchia serba la vita alquante ore essendole tolti la testa e il cuore e tutte le interiora. Ma se pungi detto nervo subito si divincola e muore ». Sono parole che presuppongono un programma di studi e di esperimenti. Il midollo spinale è indicato come « virtù gienitiva », e ciò corrisponde alla teoria di Ippocrate e di altri grandi pensatori posteriori (compreso Avicenna), secondo i quali la parte più attiva e grossa dello sperma deriva dal midollo spinale (v. anche n. 16A).

6A *Scheletro, muscoli, vene e cartilagine della testa e del collo*

Penna e inchiostro bruno, lumeggiato a biacca, su due tipi di punta di metallo; carta preparata in blu (202 × 287 mm.; K/P 3 r; RL 12609 r).

L'esposizione ai raggi ultravioletti permette di osservare che non solo la figura principale di questo foglio, ma anche quella sussidiaria, al centro sulla destra, è uno studio in dettaglio dell'anatomia del collo. Nel rapido schizzo in basso a sinistra si può ora identificare una raffigurazione dell'addome; a destra, lungo il margine inferiore, appaiono una testa grottesca ed una figura rannicchiata.

6B *Progetto di chiesa*

Penna e inchiostro bruno scuro su punta di metallo; carta preparata in blu (K/P 3 v; RL 12609 v).

Su questa facciata del foglio non si osservano disegni anatomici, ma le forme architettoniche, ben visibili sotto i raggi ultravioletti, sono contemporanee dei disegni anatomici di questa serie.

Il disegno principale sembra presentare la sezione trasversale di un edificio a pianta centrale sormontato da cupola, in cui si vedono tre bracci con semicu-

pole, triforie e rivestiture a pannelli nel settore absidale a livello del suolo. È estremamente probabile che il disegno si riferisca alla chiesa romanica di San Sepolcro a Milano, alla quale Leonardo accenna in altri manoscritti di questo periodo. Non è da escludere che il disegno accessorio, al centro, sulla sinistra, reso visibile dai raggi ultravioletti, riproduca la struttura di San Sepolcro così com'era, mentre lo studio principale potrebbe testimoniare un programma di restauri ispirato da Bramante.

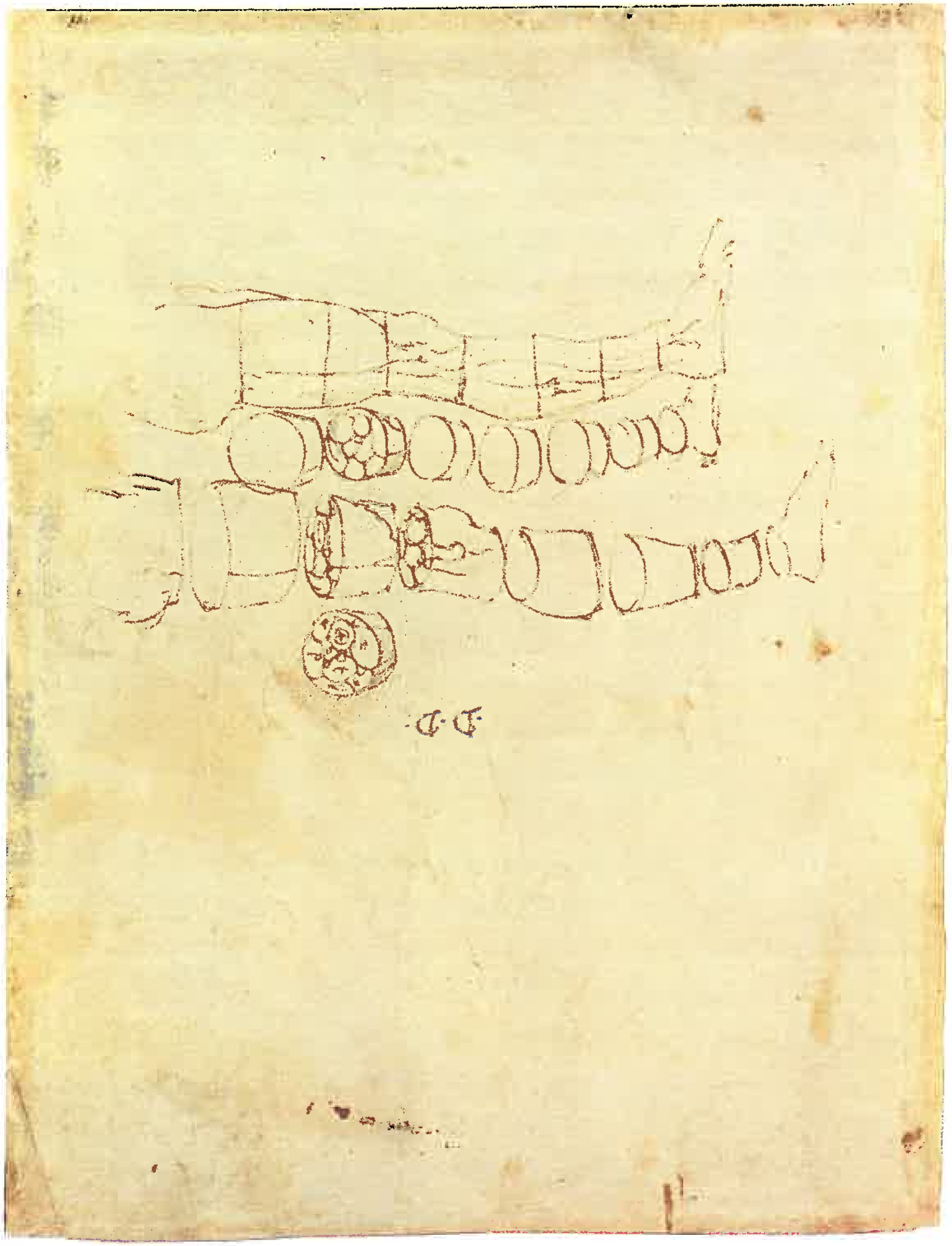
7 *Muscolatura della gamba e anatomia della testa e del collo*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) e punta di metallo; carta preparata in blu (203 × 300 mm.; K/P 6 r; RL 12626 r).

La figura a destra, che riproduce la coscia e la parte superiore della gamba, reca questa annotazione: « Io ho levato il muscolo *a-n*, che di lunghezza è mezzo braccio, e ho scoperto *r-t*. Ora attendi a quello che resta sotto *m-o*.

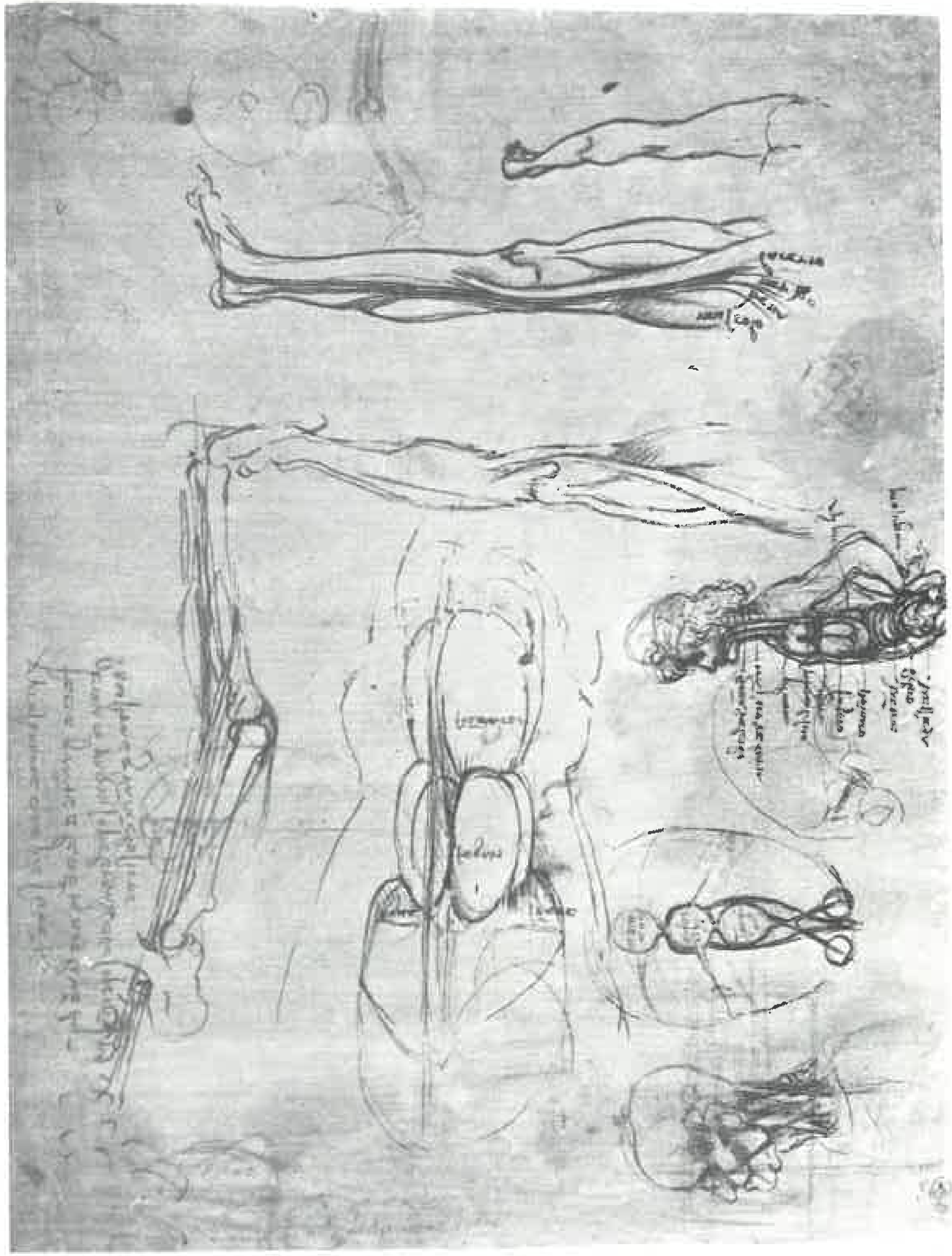
Gli studi del cranio e del collo sviluppano le ricerche già intraprese nei disegni del n. 6A e ricalcano la rappresentazione tradizionale dei ventricoli cerebrali, quale si può vedere nel n. 3A (e nel n. 9A). Ma qui appaiono evidenti diversità di classificazione dei ventricoli. Dall'alto in basso si legge: « memoria », « senso comune » e « volōta », « imprēsiva » e « inteletto ».

Lo schizzo architettonico in basso a sinistra potrebbe riferirsi alla chiesa di Battagio di Santa Maria della Croce a Crema, del 1493 circa. L'edificio principale pare situato sulla riva di un lago, ed un ponte lo collega ad una piattaforma rotonda costruita su un promontorio della riva opposta.



3B

3A

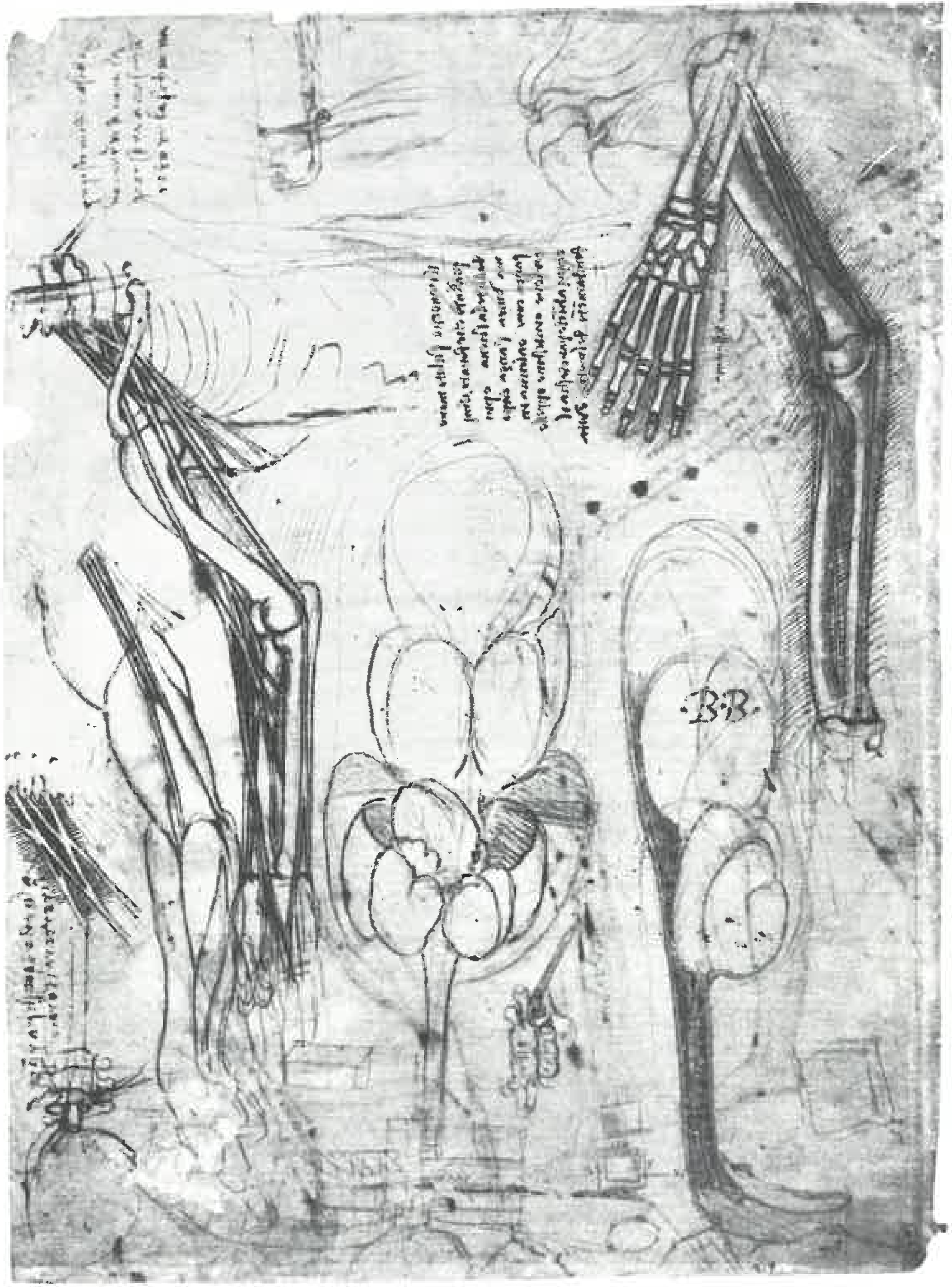


3A (ultravioletti)

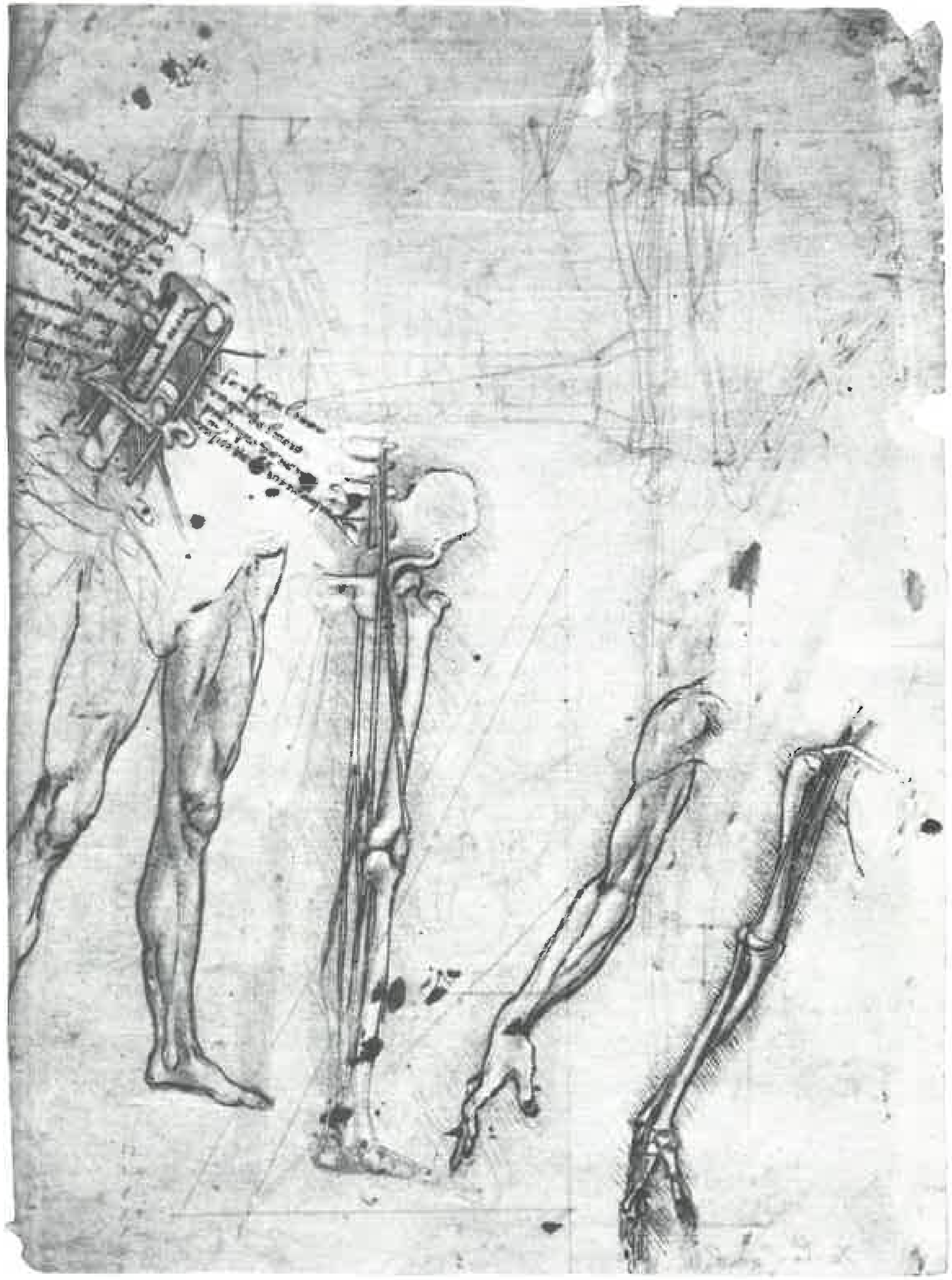
4

4 (ultravioletti)

5A


5A (ultravioletti)

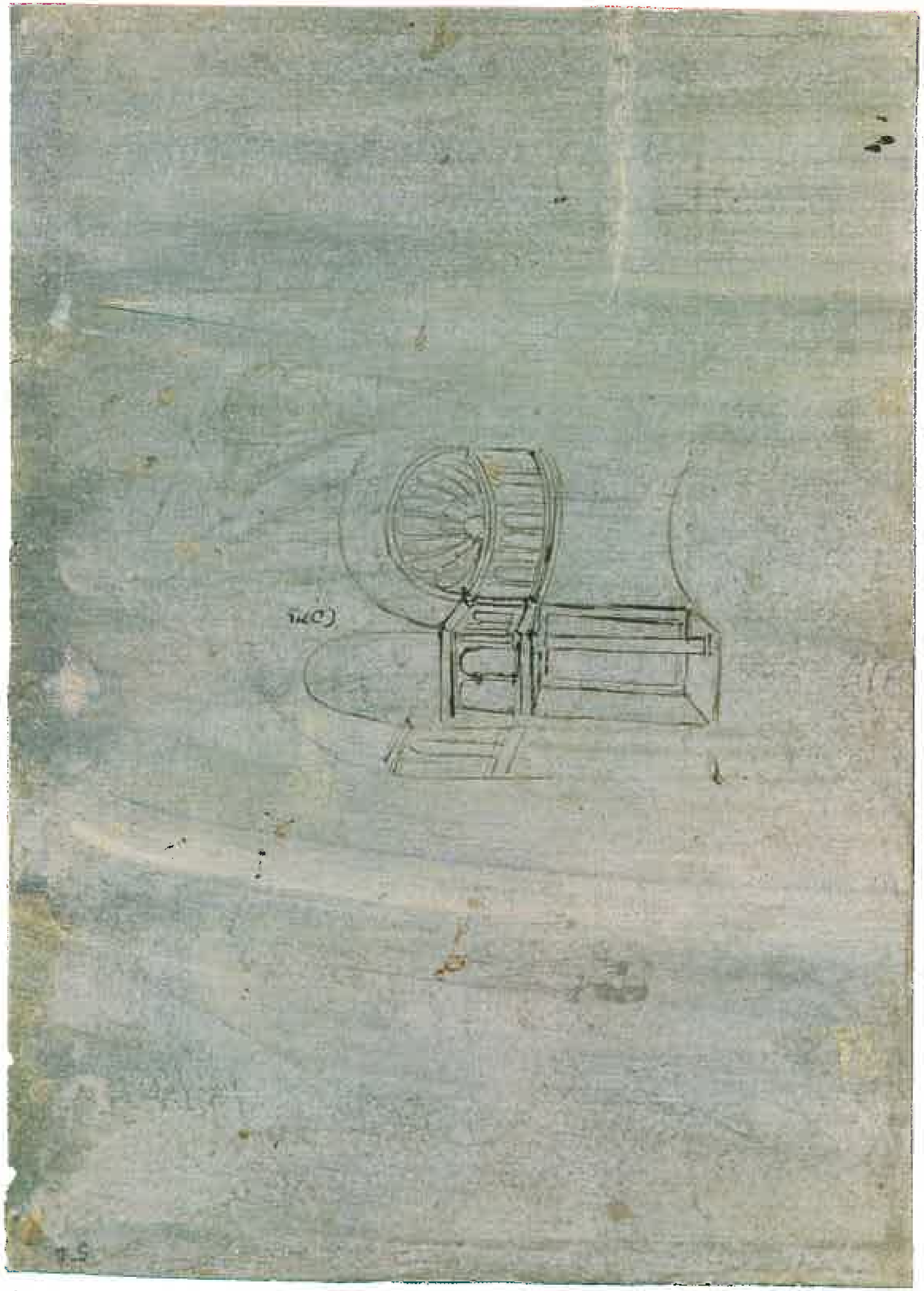
5B



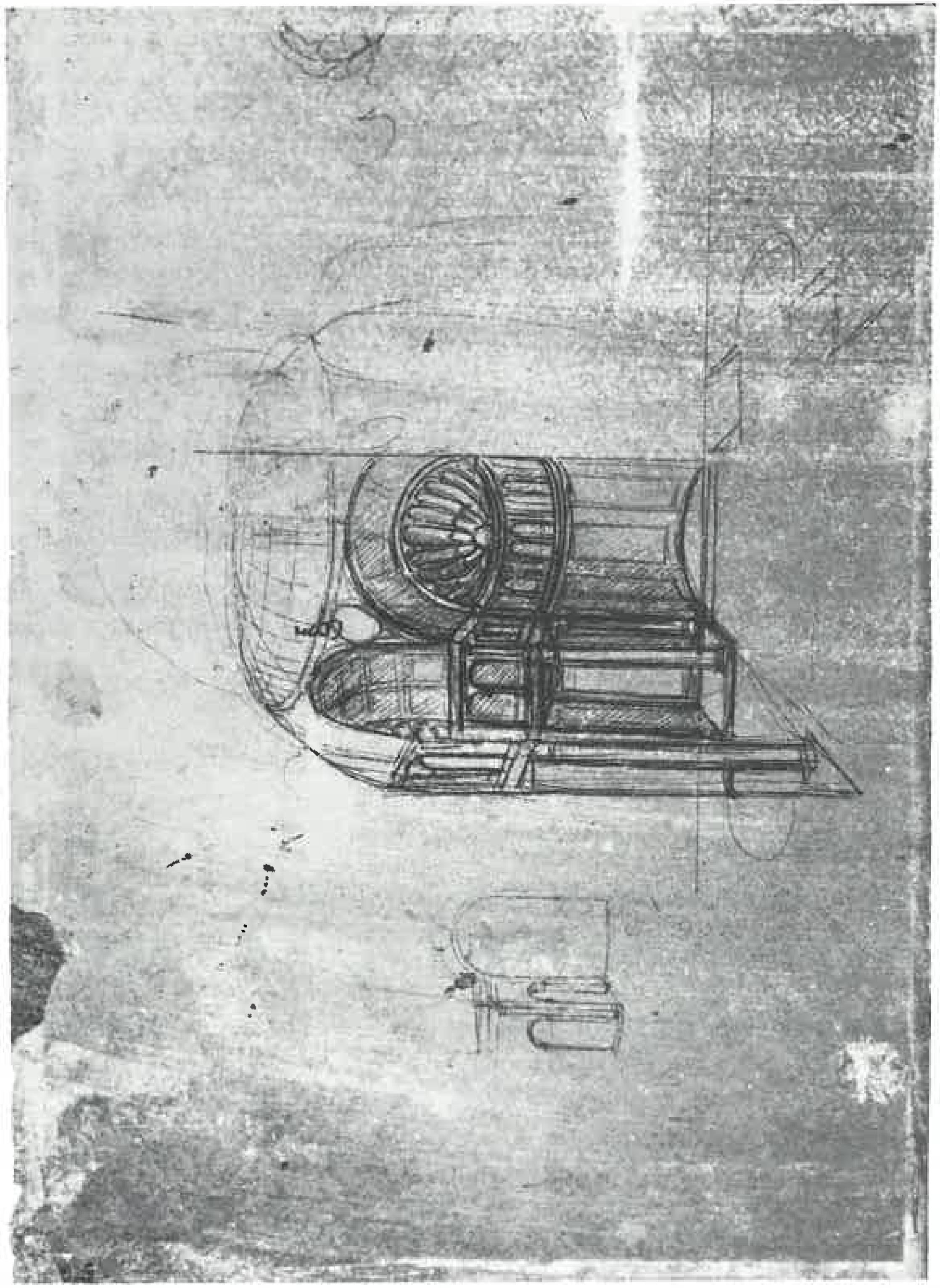
5B (ultravioletti)

6A

6A (ultravioletti)



6B



6B (ultravioletti)

7

7 (ultravioletti)

CRANIO E CERVELLO

I primi studi anatomici leonardiani perfettamente definiti sono quelli che egli eseguì sul cranio, verso il 1489. Il loro obiettivo principale sembra sia stato quello di definire la collocazione del « senso commune », punto di incontro di tutti i sensi e sede dell'anima; nel foglio n. 8A, il « senso commune » è stato posto nella zona del terzo ventricolo cerebrale. Nel corso delle osservazioni dirette sul cranio e sul cervello Leonardo fece parecchie scoperte, come l'antro mascellare (n. 8B), e il seno frontale (nn. 8A e 9A), illustrando, inoltre, il chiasma ottico (n. 11).

I superbi disegni del cranio eseguiti nel 1489 (p. es., nn. 8A e B) sembra siano gli unici studi particolareggiati eseguiti da Leonardo di questa parte anatomica. Con ogni probabilità egli ritenne di avervi raggiunto la corretta tecnica di rappresentazione.

8A *Due vedute del cranio*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) su carboncino (188 × 134 mm.; K/P, 43 r; RL 19057 r).

In questi disegni del cranio Leonardo trasfuse tutta la propria maestria nel riprodurre prospetticamente dal vero, come si può osservare nelle delicate variazioni del contorno delle ossa craniche nel disegno in alto. Il cranio è visto di lato, con la volta in sezione mediana sagittale. Nel disegno in basso, il cranio appare voltato in avanti e, presentandosi a sezione intera, risultano in evidenza i seni frontale e sfenoide, le tre fosse craniche e la cavità nasale. Il disegno è completato da un'originale rappresentazione delle vertebre superiori. Per le linee che si sovrappongono al disegno inferiore e si intersecano a formare dei riquadri, non vi è spiegazione migliore delle parole stesse di Leonardo: « Dove la linea *a-m* s'interseca con la linea *c-b*, lì vi è il concorso di tutti i sensi; e dove la linea *r-n* s'interseca con la linea *h-f*, lì vi è il polo del cranio a un terzo dalla base della testa, mentre *c-b* è nel mezzo ». In un altro punto Leonardo afferma: « Questa nostra anima overo senso chomune ... fare residenza nel mezo del capo »; possiamo, quindi, vedere in questa figura il modo in cui Leonardo concepiva la posizione dell'anima nel corpo umano.

La stretta relazione di contenuto e di stile tra questo foglio ed un altro di Windsor, che reca la data 2 aprile 1489, permette di assegnare allo stesso anno questo disegno.

La figura del cranio in alto fu riprodotta da Wenceslaus Hollar nel 1645, quando il disegno apparteneva alla collezione del conte di Arundel.

8B *Due vedute del cranio in sezione; si osservano le cavità dell'orbita e del seno mascellare*

Penna e inchiostro bruno su carboncino (K/P 43 v; RL 19057 v).

Sotto il disegno in alto si può leggere questo appunto di Leonardo: « Io voglio levare quella parte dell'armatura dell'osso della guancia che si trova fra le linee *a-b-c-d*, e per la scoperta apritura dimostrare la larghezza e profondità dei due vacui che dietro a quello s'ascondono ». Questa apertura, illustrata nel disegno in basso, mostra la cavità ossea dell'orbita (contrassegnata con la lettera *d*) dove « s'asconde l'occhio strumento della vista ».

La cavità inferiore rappresenta l'antro o seno mascellare (indicato con la *m*) che, a quanto dice Leonardo, contiene « l'umore che nutre le radici dei denti ». Fino al 1901, quando questi disegni furono per la prima volta attentamente analizzati, si riteneva che fosse stato l'inglese Nathaniel Highmore a scoprire l'antro mascellare, nel 1651. Nello scritto che accompagna il disegno in basso Leonardo annota la posizione e la natura dei vasi che penetrano nelle due cavità. La cavità inferiore « riceve dentro di sé esse vene per i buchi *m*, i quali discendono dal cervello passando per il colatoio [la placca cribriforme dell'etmoide], che discarica la superfluità degli umori della testa nel naso; altri buchi evidenti non si trovano nel vacuo di sopra che circonda l'occhio. Il buco *b* [foro ottico] è dove la virtù visiva passa al senso comune; il buco *n* è donde le lacrime salgono dal cuore all'occhio passando per il canale del naso ».

Questo brano si spiega alla luce della convinzione, che Leonardo nutriva in questo tempo, che il calore facesse confluire gli elementi fluidi verso il capo.

9A *Gli strati del cuoio capelluto visti come quelli della cipolla*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) e sanguigna (203 × 152 mm.; K/P 329; RL 12603 r).

Di questi disegni del primo periodo abbiamo un'efficace descrizione di Leonardo nella nota che si stende lungo il margine sinistro: « Se tu taglierai una cipolla per il mezzo potrai vedere e numerare tutte le vesti ovvero scorze che il centro di essa cipolla circolarmente vestivano. Similmente se taglierai per il mezzo la testa dell'uomo tu taglierai prima i capelli, poi la cotica, e la carne muscolosa, e il pericranio e poi il cranio; e, dentro, la dura madre e la pia madre e il cerebro, e poi di nuovo la pia e la dura madre e la rete mirabile e l'osso, che è fondamento di quelle ». Questi strati sono contrassegnati nella figura principale e nella sezione in basso a destra.

Sopra l'occhio si vede il seno frontale, al quale l'artista ha dato, come all'arco sopraccigliare, un rilievo non del tutto proporzionato (come nei fogli 8A e B). Il seno frontale costituì una delle principali scoperte anatomiche di Leonardo.

Dal bulbo oculare, costruito anch'esso a squame di cipolla, si diparte il nervo ottico in direzione della cavità che rappresenta il ventricolo cerebrale anteriore. In basso a destra vi è una sezione orizzontale della parte superiore del cranio, con la calotta scoperchiata all'indietro. La forma e l'aspetto dei ventricoli in queste figure traducono in termini grafici la descrizione del cervello fatta dagli antichi anatomisti. Fu solo nel n. 10, posteriore di oltre un decennio, che Leonardo riuscì a cogliere con maggior grado di precisione i contorni dei ventricoli. I disegni di questo foglio risalgono al 1493-94 circa.

9B *Studi prospettici della testa*

Penna e inchiostro marrone con bianco d'ossido e tracce di punta di metallo (K/P 32 v; RL 12603 v).

È stato spesso affermato che il gruppo di disegni sulla destra rappresenta studi di *pince-nez* in posizione sul naso. In realtà si tratta di studi prospettici dei tre ventricoli cerebrali, connessi ai disegni del *recto* dello stesso foglio.

Il tracciato dei nervi ottici, che dalle orbite si estende al primo dei tre ventricoli cerebrali, evoca l'impressione degli occhiali in tutti e tre i disegni che si trovano in basso, al centro e a destra. In basso a destra, si osserva un abbozzo in prospettiva del cranio, con alcuni vasi, le orecchie e i nervi ottici.

A quest'epoca, cioè negli anni successivi al 1490, Leonardo era attratto dalle relazioni tra prospettiva, visione e osservazione oggettiva. Le tre teste in miniatura rappresentano un esperimento di « trasformazione »: la proiezione dei disegni di una sezione in alzato è utilizzata per la costruzione di vedute in pianta.

Questo foglio presenta una superficie incisa da scalfitture che divengono leggibili se sottoposte ai raggi ultravioletti. Ci sono almeno due volti in profilo, uno in alto a sinistra, voltato da questa parte, e l'altro capovolto che guarda dalla parte opposta. Il contorno di quest'ultimo è stato lumeggiato in bianco, ed è indicato nel catalogo di Windsor come « non di Leonardo ». Nella parte superiore destra si può riconoscere parte di un altro profilo, capovolto, con l'orbita leggermente a destra rispetto a quella del disegno a penna della testa di uomo.

10 *Iniezioni di materia estranea nel cervello per rivelare la forma dei ventricoli*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) con carboncino (200 × 262 mm.; K/P 104 r; RL 19127 r).

La tecnica dell'iniezione per scoprire la vera forma di parti anatomiche è una delle più importanti innovazioni di Leonardo negli studi anatomici. Qui viene applicata alla zona dei ventricoli cerebrali. Nel disegno a sinistra in alto, il punto di iniezione della cera liquida è segnato alla base del terzo ventricolo (qui indicato, al centro, come « senso commune »). La forma del calco in cera è

visibile in questo disegno e in quello sulla destra, raffiguranti il cervello in sezione orizzontale. Anche se la cera ha provocato distorsioni del terzo ventricolo e non ha riempito del tutto i ventricoli laterali, ne ha rivelato per la prima volta la grandezza, la forma e la posizione; ed il risultato costituisce un progresso notevole rispetto alla rappresentazione schematica dei ventricoli fatta, per es., nel n. 9A. Il punto di iniezione è di nuovo indicato al centro della rete mirabile nella figura in basso (che risulta essere un cervello di bue).

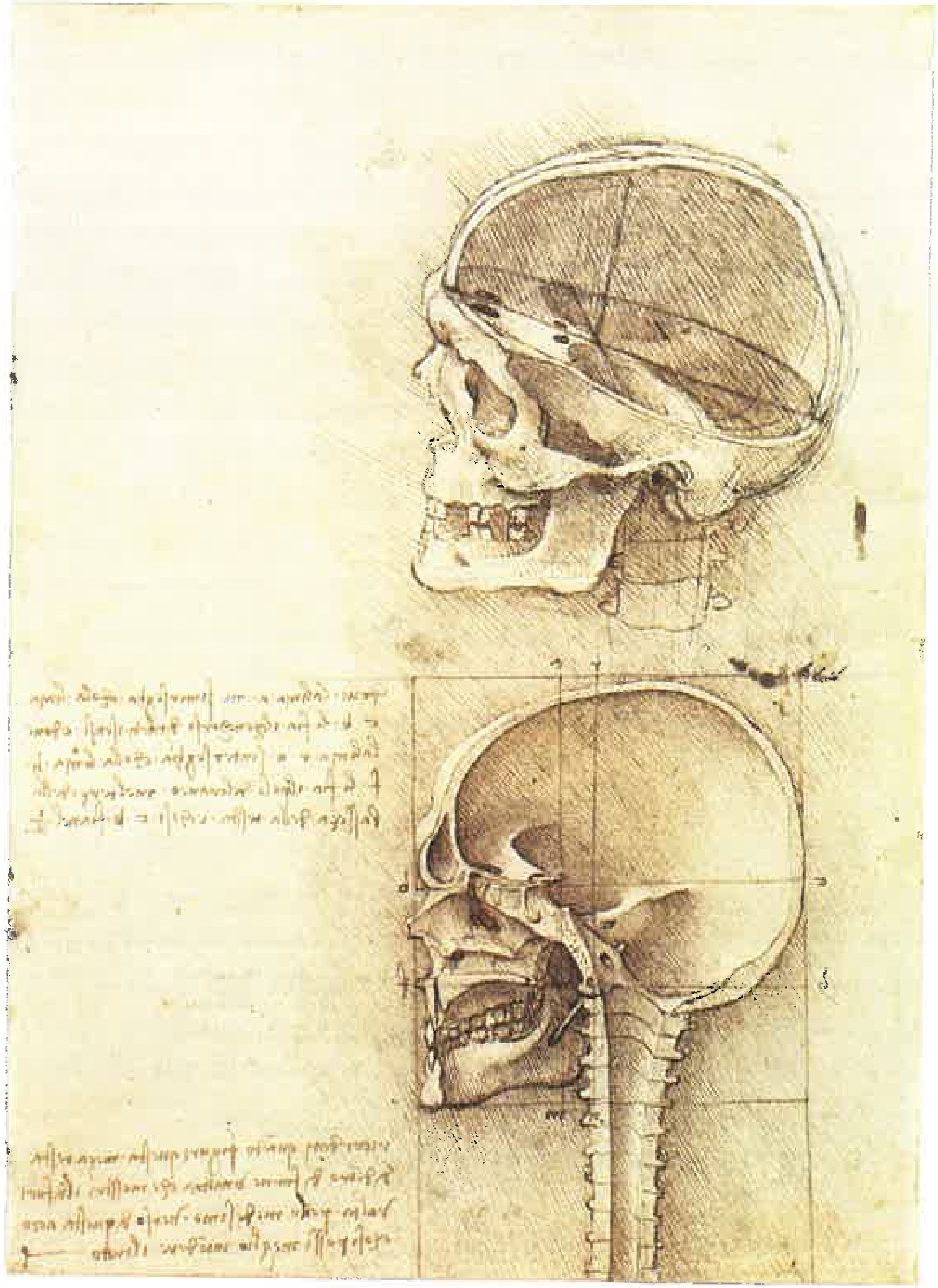
Le note danno istruzioni sulla tecnica di iniezione, illustrata nel piccolo schizzo nell'angolo a destra in basso. Questo foglio può essere assegnato al 1508-9.

11 *Chiasma ottico e nervi cranici*

Penna e inchiostro bruno (tre tonalità) su tracce di carboncino (19 × 136 mm.; K/P 55 r; RL 19052 r).

Il disegno in alto a sinistra illustra la struttura dei bulbi oculari, i nervi ottici e il chiasma. Sopra i nervi ottici si trovano, in posizione parallela, i nervi olfattivi, sui quali Leonardo scrisse in testa al foglio questo breve commento: « *a b c d* sono i nervi che pigliano gli odori ». Nel disegno principale, a destra, queste strutture sono poste in relazione con la base del cranio e con alcuni nervi cranici. Leonardo mostrò grande interesse per la fisiologia dei sensi, in particolare della vista. Lo scopo principale di questi disegni era di dimostrare come la traiettoria della vista, partendo dalla parte posteriore dei bulbi oculari, si riagganciasse alla base del cervello. Il che fece con notevole successo. Bene illustrati sono anche i bulbi ed i nervi olfattivi, situati al di sopra dei nervi ottici, e lodevole cura è stata posta nel disegno dei delicati nervi motori che interessano i muscoli delle orbite e del più importante nervo facciale (il trigemino).

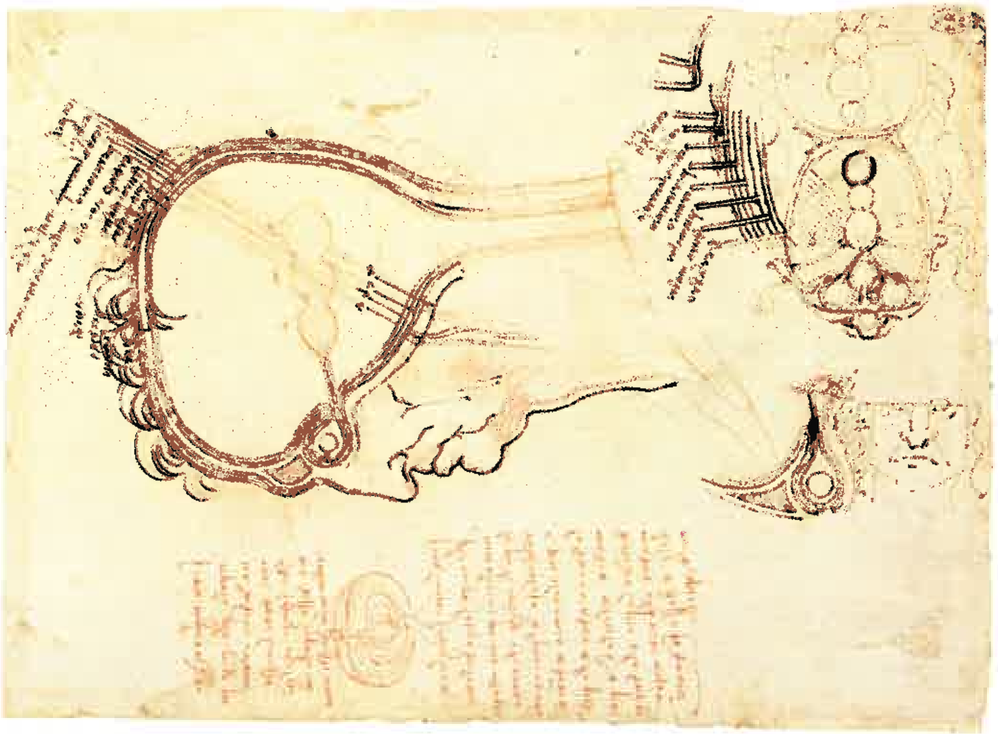
La parte essenziale delle annotazioni presenti in questo foglio si riferisce al metodo di dissezione dal quale hanno tratto origine i disegni: « Disfarai la sostanza del cervello fino ai confini della dura madre che s'interpone tra l'osso basilare e la sostanza del cervello. Poi nota tutti i luoghi dove la dura madre penetra l'osso basilare con i nervi da lei rivestiti insieme alla pia madre [la membrana interna più vicina al cervello]. E questa conoscenza acquisterai con certezza quando con diligenza alzerai la pia madre a poco a poco, cominciando dagli estremi e notando via via la situazione dei predetti perforamenti, cominciando prima da destra o da sinistra, e figurando quel lato interamente; poi seguirai la parte opposta che ti darà a vedere se quella precedente era ben situata o no. Ancora ciò ti farà intendere se la parte destra è simile alla parte sinistra, e se tu la trovi variata rivedi le altre anatomie per capire se tal varietà è universale in tutti gli uomini e donne ». Leonardo fu probabilmente il primo a disegnare il chiasma ottico, in un altro foglio di Windsor, databile intorno al 1500 (K/P 103 r; RL 12602 r). Il foglio qui esposto si può datare intorno al 1506-8.



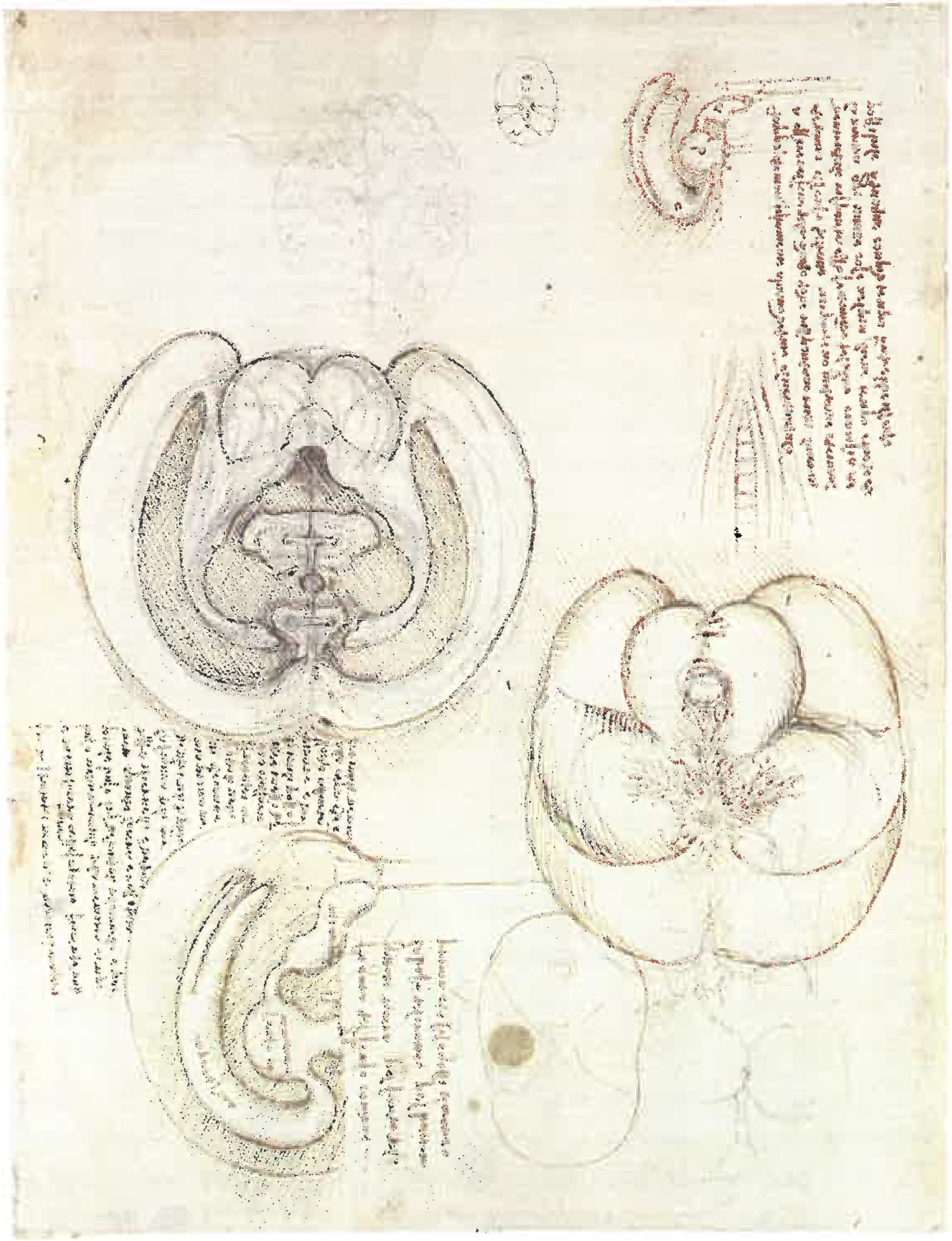
8A

8B

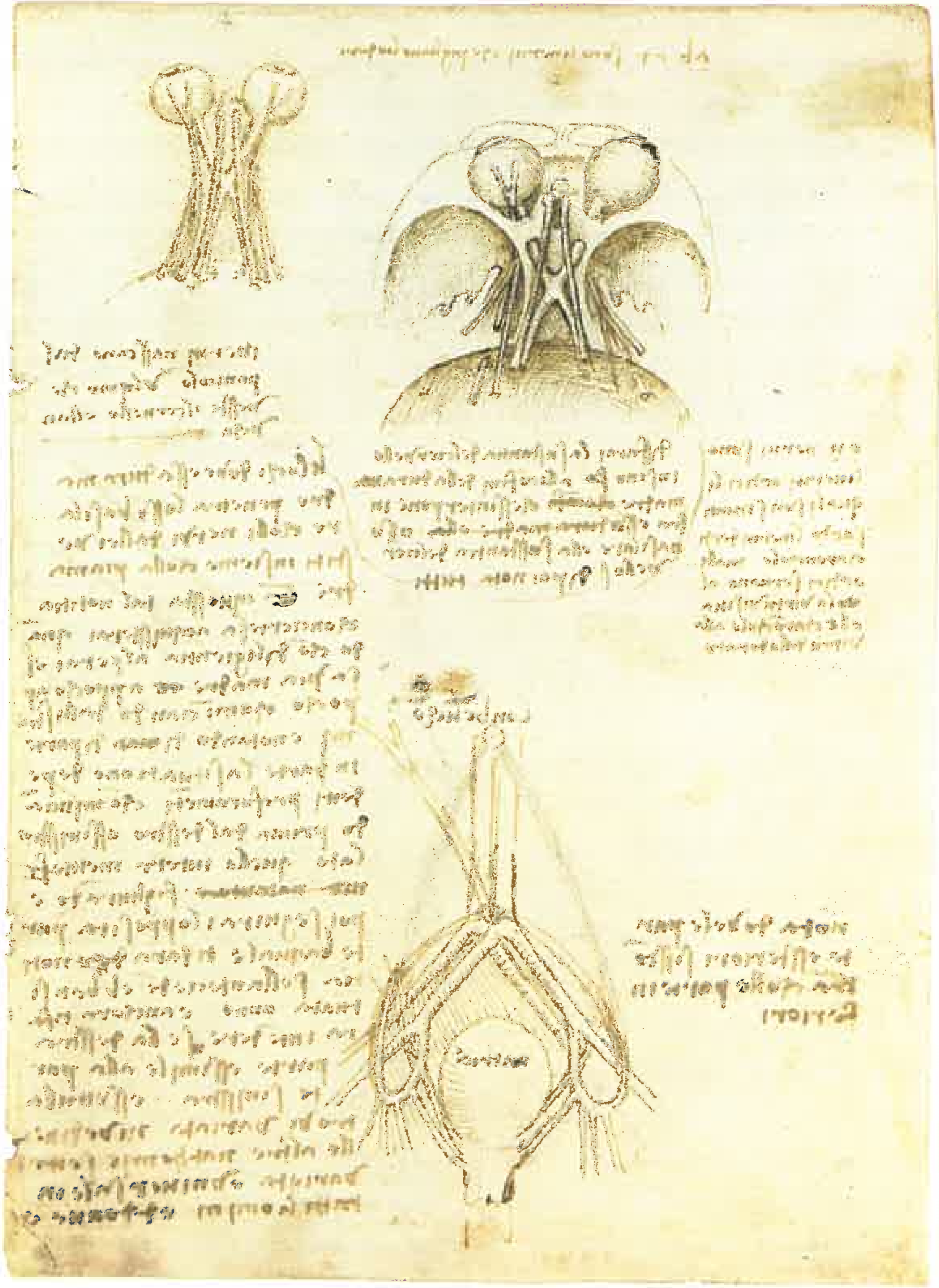
9B



9A



10



11

L'APPARATO DIGERENTE E L'APPARATO RIPRODUTTIVO

Esiste un solo foglio con disegni relativi a questo tema (n. 16) che risalga agli ultimi anni del secolo, e la sua unicità è in certo qual modo eccezionale. Tra i primi disegni a punta di metallo del 1487-89 circa ve ne sono diversi che mostrano lo sforzo di afferrare la posizione e il funzionamento degli organi interni del corpo umano e di quello animale, ma l'illustrazione singolarmente ingenua dell'apparato digerente, nella figura accessoria del n. 16A, databile intorno al 1490, mostra quanto Leonardo fosse ancora distante dalle rappresentazioni anatomiche ben più dettagliate e convincenti dei fogli n. 12 e n. 13 (del 1506-8 circa) e del n. 14 (del 1508-9 circa).

Lo stesso balzo in avanti venne compiuto, per quanto riguarda l'apparato genito-urinario, dalla tradizionale (e risalente ad Ippocrate) figura principale del n. 16A alla magnifica serie di studi del feto nell'utero (nn. 18 e 19) del 1510-12 circa. Proteso alla ricerca del punto focale del fenomeno vitale, Leonardo aveva, prima, studiato il cranio e la posizione del « senso commune », poi, l'apparato riproduttivo. Già nel 1489, riferendosi al contenuto del libro di anatomia che intendeva scrivere, aveva registrato queste parole sull'ultima pagina del foglio B (K/P, 312; RL 19037 r): « Quest'opera deve principiare con la concezione dell'uomo e descrivere la forma della matrice e come il putto vi abita e fino a che grado risiede in quella, ed il modo in cui si vivifica e si ciba ». Dovettero, tuttavia, trascorrere vent'anni prima che potesse concentrare la propria analisi sull'embriologia, senza dubbio perché finì per scoprire che, al tempo in cui scrisse questa nota, non disponeva di conoscenze che gli consentissero di svolgere tale indagine!

Negli studi sull'apparato digerente e su quello riproduttivo, come in tanti altri aspetti dei propri interessi anatomici, Leonardo fa spesso riferimento a osservazioni su animali e, in molti casi, applica erroneamente all'anatomia dell'uomo le conclusioni ottenute sugli animali. Nel foglio 13A disegna gli organi del torace e dell'addome di un suino e, nel n. 13B, annota: « Scrivi le varietà degli intestini della specie umana, delle scimmie e simili. Poi scrivi in che modo si varia la specie leonina, poi la bovina e da ultimo gli uccelli ». Uno degli errori più significativi compiuti da Leonardo nello studio delle pareti dell'utero umano consiste nell'inclusione in esse di cotiledoni, propri invece degli ungulati, come i bovini.

Leonardo ebbe certamente difficoltà a procurarsi corpi femminili per sottoporli a dissezione, ed è non poco sorprendente che tra i disegni di questa sezione si trovino due fogli (nn. 17 e 18) con disegni riproducenti un corpo femminile.

12A *Stomaco e intestini*

Penna e inchiostro bruno su tracce di carboncino (190 × 139 mm.; K/P 73 v, RL 19031 v).

Il disegno centrale rappresenta l'esofago (« meri »), che discende verso lo stomaco, con gli intestini in basso. I vari segmenti verticali dell'intestino tenue sono indicati, a partire dallo stomaco, con questi simboli spiegati nella chiave in basso a destra: duodeno, digiuno (vuoto perché rivolto all'in su) e ileo, che attraversa il monocolo o cieco (con annessa appendice), giunge al tratto finale ascendente, trasversale e discendente del colon e, di qui, al retto. I reni sono segnati all'interno della zona del colon, a sinistra e a destra. Questa figura e l'ingrandimento a destra costituiscono le prime illustrazioni dell'appendice che ci siano pervenute. Le note che accompagnano i disegni vertono sulla « forza » che spinge il contenuto dell'intestino. Leonardo condusse pochi esperimenti di vivisezione animale e non ebbe modo di osservare la peristalsi.

La figura, in basso al centro, mostra lo stomaco con il fegato logoro e contratto e la milza ingrossata, organi del cadavere di vecchio di cui Leonardo si servì per un gran numero di dissezioni anatomiche del periodo 1506-8.

12B *Stomaco, intestini e fisiologia dei reni e della vescica*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) su carboncino (K/P 73 r; RL 19031 r).

La figura centrale degli intestini è assai più vicina alla realtà figurativa dell'apparato digerente che non quella del foglio 12A. Qui il duodeno ha la giusta collocazione, tra il digiuno e l'ileo, invece che alla loro destra. Leonardo misurò sia l'intestino tenue che il crasso e notò che il primo era circa otto metri, mentre il secondo circa due.

Nella parte inferiore del foglio, Leonardo discute l'applicazione dei propri studi d'idraulica al problema del passaggio dell'urina dai reni e dall'uretra alla vescica, argomentazione che prosegue nel n. 13B. Nel XV secolo era generalmente accolta la spiegazione di Galeno, secondo il quale gli ureteri si inserivano obliquamente nella parete della vescica e formavano un meccanismo a valvola che preveniva il riflusso dell'urina. Leonardo non condivideva tale concezione ed asseriva che, siccome in natura l'acqua si muove solo dall'alto verso il basso, il flusso dell'urina nella vescica è determinato dalla posizione della vescica rispetto ai reni. Vale a dire che il flusso dell'urina nella vescica è governato da princìpi idrodinamici e non dalla funzione valvolare dei condotti nella parete della vescica. Teoria che indusse l'artista allo studio, fino ad allora mai intrapreso, della relazione tra posizione del corpo e flusso dell'urina nella vescica. Le figure sul margine inferiore destro mostrano, dall'alto verso il basso, il livello del liquido nella vescica nelle varie posizioni del corpo: in piedi, a capo in giù, disteso su un fianco, disteso sul ventre. Secondo la concezione idrodinamica di Leonardo, solo in quest'ultimo caso la vescica si riempie completamente.

13A *Organi del torace e dell'addome di un suino*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) su tracce di carboncino (191 × 143 mm; K/P 53 v; RL 19054 v).

Nel disegno a destra Leonardo ha contrassegnato i diversi organi con i termini « polmone », « feghato », « milza », « stommaco », « djaflamma » e « spina ». Al di sopra di questi disegni si legge, da sinistra a destra, la seguente descrizione delle parti terminali dei vasi: « *a*: trachea donde passa la voce; *b*: meri donde passa il cibo; *c*: ipoplettiche [vasi della carotide] donde passan gli spiriti vitali; *d*: spina dorsale dove nascono le coste; *e*: vertebre dove nascono i muscoli che terminano nella nuca e alzano il viso al cielo ».

Gli stessi organi si possono osservare nella figura a sinistra, riprodotti in posizione frontale. Sembra che Leonardo ricorresse generalmente a suini per lo studio del torace: un altro foglio di Windsor (K/P 85 v; RL 12593 v) mostra un esperimento in cui i polmoni del suino sono stati gonfiati d'aria. Le note che circondano questa figura trattano del problema di rappresentare i polmoni, il cuore e i vasi polmonari. Leonardo si propone di fare ben diciotto illustrazioni del contenuto della cavità toracica e numerose degli altri organi. Nelle stesse note viene discussa anche la tecnica per riprodurre gli organi negli strati profondi, consistente in un tipo di illustrazione, che Leonardo così definisce: « Farai questo polmone prima intero veduto per quattro aspetti nella sua intera perfezione, poi lo farai vedere da solo, traforato, con la ramificazione della sua trachea per altri quattro aspetti ». Come il foglio precedente, questi disegni sono da assegnare al 1508-9.

13B *Tre aspetti della vescica con reni, ureteri ed uretra e particolare del punto di inserzione dell'uretere nella vescica*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) su carboncino (K/P 53 r; RL 19054 r).

Le tre figure principali mostrano sia la via di accesso dell'urine alla vescica, sia le vene e le arterie della sua parete, le quali Leonardo riteneva vi giungessero dal basso. La figura più piccola, in alto a sinistra, mostra un particolare della parete della vescica e i « canali incrociati », che formano il raccordo con gli ureteri. Le note che circondano i disegni sviluppano il testo del n. 12B sul flusso dell'urina dai reni attraverso gli ureteri (segnati con lettere *L* e *h* nella figura a sinistra) fino alla vescica. Per la spiegazione dei princìpi di idrodinamica in questione Leonardo fa riferimento al suo « Libro dei Condotti ».

14 *Polmoni, vescica e apparato genitale maschile*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) su carboncino (279 × 191 mm.; K/P 106 v; RL 19098 v).

Fatta eccezione per il disegno del polmone di suino con il lobo appoggiato

sul cuore (in alto a sinistra; cfr. n. 13A), questo foglio contiene studi sull'apparato genitale maschile e sul flusso del sangue agli organi pelvici, illustrati nella figura centrale. I due stupendi disegni della vescica e dei genitali maschili danno una rappresentazione assai efficace del percorso del vaso deferente, il quale, partendo dai testicoli, passa alle vescicole seminali nella parte inferiore della vescica. La precisione con cui è delineato il condotto eiaculatorio che si inserisce nell'uretra appena oltre lo sfintere interno della vescica, rivela la padronanza acquisita da Leonardo della struttura anatomica di questa parte del corpo. Egli riuscì perfino a comprendere il meccanismo di formazione dell'ernia, dimostrando qui « per qual via gli intestini discendano nella borsa dei testicoli ».

15A *Feto nell'utero del vitello*

Penna e inchiostro bruno su tracce di carboncino (192 × 142 mm.; K/P 52r; RL 19055 r).

Il disegno in alto illustra l'utero bicornuto di un bovino, visto dall'esterno, con il sangue che vi affluisce attraverso i vasi segnati con le lettere *a b c d*. Nel disegno più in basso, Leonardo ci offre una dimostrazione palpabile della tecnica del « corpo trasparente », con una superba rappresentazione delle macchie dei cotiledoni della placenta (che chiama « rosette chanose », cioè rosette di carne), attraverso le quali il sangue materno raggiunge il feto, all'interno dell'utero. Il feto è visibile in posizione capovolta, con la testa volta a sinistra, gli arti anteriori flessi, gli zoccoli riconoscibili in alto e gli arti posteriori sulla destra. Nell'ombelico del feto, situato nella parte centrale del corpo, scorrono i vasi ombelicali. Al di sotto, Leonardo disegna i cotiledoni della madre e del feto, appena distanziati, per mostrare che essi si intersecano « come si intersecano i diti della mano, l'un nello spazio dell'altro, stando diritti per fronte ».

In altri brani del testo Leonardo spiega come gli strati del corio del feto e della madre si separino al momento del parto: egli sostiene che, dopo il parto, l'utero si contrae al punto che i cotiledoni si ravvicinano, come le cellette di un alveare (v. figura in alto a sinistra). Su tale stato di costruzione essi vengono espulsi nella fase finale del parto come « un sol pezzo di carne » (il che infatti avviene nei bovini).

15B *Movimenti della bocca e delle labbra*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) su carboncino (K/P 52 v; RL 19055 v).

Da questi studi di labbra al sorriso di Monna Lisa lunga pare la strada da percorrere. Tuttavia, Leonardo deve aver atteso ai due lavori nello stesso periodo, tra il 1506 e il 1508 circa. In alto a sinistra, si osserva uno studio di labbra serrate e, vicino, una bocca sorridente. Sotto lo studio di labbra serrate Leonardo scrive: « L'ultimo accorciamento della bocca si fa simile alla sua metà, presa nel

momento della maggiore estensione, ed è simile alla maggior larghezza delle nari e dell'intervallo tra i lacrimatoi degli occhi ». E prosegue, più oltre, dicendo: « . . . I muscoli detti labbra della bocca nel restringersi verso il mezzo si tirano dietro i muscoli laterali e quanto i muscoli laterali si ritirano in sé raccorciandosi, allora si tiran dietro le labbra della bocca e così la bocca si stende ». Si tratta dei primi passi verso l'anatomia del sorriso. Degli schizzi lungo il margine destro quello in alto mostra labbra sollevate a scoprire i denti; le labbra vengono presentate con la normale struttura dermica, rimossa nel disegno in basso per illustrare come agiscono il muscolo buccinatore e i muscoli labiali.

Il disegno piccolo in mezzo a questi studi reca la didascalia « matrice di vaccha ». All'interno dell'utero appare la forma del feto del vitello. Questo è un tipico esempio degli schizzi preparatori in piccolo, destinati ad essere sviluppati e rifiniti sull'altra facciata del foglio.

16A *Sezione mediana longitudinale di figure in posizione di coito*

Penna e inchiostro bruno scuro, con numerazione dei brani manoscritti a matita in calligrafie dell'Ottocento (276 × 204 mm.; K/P 35 r; RL 19097 v).

Sulla testata del foglio si legge: « Io scopro agli uomini l'origine della loro seconda — prima o forse seconda — cagione di essere », ed, in calce, è scritto: « Qui si taglia due creature per il mezzo e il rimanente si descrive ». Il disegno principale ricalca quasi interamente le idee tradizionali sull'atto generativo; si tratta di nozioni ricavate, per la maggior parte, da Galeno e Avicenna. Avicenna sostenne con convinzione la teoria di Ippocrate, secondo il quale « la parte più attiva e grossa » dello sperma, attraverso il quale si trasmette al futuro embrione lo spirito animatore, o anima, ha origine nel midollo spinale. Il disegno illustra un condotto che trasmette lo sperma della regione lombare del midollo spinale al pene, dove si stabilisce nel canale superiore. Il canale inferiore serve alla fuoruscita dello sperma dai testicoli e dell'urina dalla vescica. Il contorno ondulato dell'utero è ispirato dalla teoria medievale della divisione di quest'organo in sette cavità. Si osservano le vene epigastriche uscire dalla parte superiore dell'utero, con il sangue dei mestrui sospesi che si incanala verso i seni per essere trasformato in latte.

I disegni di questo foglio sono del 1492-94 circa, periodo che vede una scarsa produzione di disegni anatomici. Quando riprese a pieno ritmo questa attività, nei primi decenni del XVI secolo, Leonardo, fondandosi sulle proprie scoperte e su esperimenti di dissezione, superò molte delle vecchie concezioni ancora evidenti in queste figure. Il promemoria nel centro del foglio lascia intravedere le scoperte più tarde: « Nota quello che i testicoli hanno a fare con il coito e lo sperma. E come il putto alita, e come per l'ombelico si nutre; e perché un'anima governa due corpi e come si veda la madre desiderare un cibo e il putto rimanerne segnato. E perché il putto d'otto mesi non vive ». E così continua, criti-

cando una almeno delle sue fonti, Avicenna: « Qui Avicenna vuole che l'anima partorisca l'anima e il corpo [partorisca] il corpo e ogni membro — *per errata* ». Quindici anni dopo Leonardo scriveva, sul n. 32B, queste parole: « L'atto del coito e i membri in quello adoperati son di tanta bruttura che se non fosse per la bellezza dei volti e gli ornamenti degli operanti e la sfrenata disposizione la natura perderebbe la specie umana ».

La figura in basso a sinistra rappresenta in modo notevolmente distorto l'apparato digerente umano, al quale Leonardo trasferisce le proprie nozioni di anatomia animale.

16B *Arterie, vene e apparato genito-urinario di animale, probabilmente equino*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) (K/P 35 v; RL 19097 r).

Possiamo qui osservare uno dei pochi esperimenti di dissezione condotti da Leonardo su un cavallo. Ma forse più importante del disegno è l'appunto che si legge in basso a sinistra: « Quando tu hai finito di creare l'uomo, tu farai la statua con tutte le sue misure superficiali ». Si era in un primo tempo ritenuto che questa nota fosse collegata al monumento Sforza, ma è ora opinione generale che essa si riferisca alla costruzione di un modello anatomico, al quale Leonardo allude di frequente nelle proprie note. La scritta a lato del rene sinistro attiene ancora una volta al metodo di indagine anatomica di Leonardo: « disfa un rognone e lascia solamente le vene, e questo farai se lo cuoci ».

17A *Genitali esterni e vagina, con sezione dello sfintere anale*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) su carboncino (191 × 138 mm.; K/P 54 r; RL 19095 r)

Leonardo vedeva tutte le aperture del corpo umano come orifizi dotati di meccanismi di aperture e chiusura, cioè sfinteri. Lo sfintere è altrove definito come un meccanismo che « riceve le cose necessarie e scaccia le superflue ».

Il disegno principale, che occupa la parte superiore del foglio, illustra la vulva di una donna, a quanto pare multipara, dopo il parto. Nonostante le labbra siano ampiamente discostate, non è dato vedere traccia di imene, labia minora o clitoride. L'uretere nella parte anteriore appare eccessivamente sporgente, mentre sono chiaramente disegnate le rugosità trasversali della vagina dilatata.

I disegni più piccoli costituiscono il tentativo più notevole da parte di Leonardo di risolvere il complesso problema dello sfintere anale. La figura più grande, al centro, è contrassegnata con la parola « falso » e la conclusione è che nello sfintere anale vi sono cinque muscoli, e non tre o sette. Questo foglio si può far risalire al 1508-9.

17B *Genitali maschili e femminili e sezione laterale di donna nel primo stadio della gravidanza*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) su tracce di carboncino (K/P 54 v; RL 19095 v).

Nei disegni e nelle note di questo foglio Leonardo cerca di cogliere le analogie tra i due sessi. Le due figure in alto a destra e in basso a sinistra mostrano l'apparato genitale maschile e quello femminile. Il disegno superiore presenta l'organo femminile, con le ovaie ai lati e un condotto che le collega alla parte inferiore dell'utero, ipotetica analogia con il condotto deferente dell'apparato maschile. La figura più grande, appena sopra il centro, offre una veduta schematica dell'utero con tre condotti in posizione simmetrica su ciascun lato. La struttura inferiore costituisce il vaso seminale, conduttore dello sperma dall'ovaia. La struttura intermedia presuppone l'esistenza di un vaso che si estende alla parete frontale dell'utero, nel quale il sangue dei mestrui, sospesi nel corso della gravidanza, viene fatto confluire verso i seni per essere trasformato in latte. Il terzo paio di condotti, in alto, rappresenta le trombe dell'utero, che danno a quest'organo lo stesso aspetto bicornuto di quello degli animali.

Nella veduta laterale della figura femminile, in basso a destra, in cui l'utero appare nel primo stadio della gravidanza, dietro la vescica dilatata si possono identificare i condotti che penetrano nella vescica e nell'utero, già disegnati con precisione nei nn. 13B e 15B. Le figure femminili sono così rare nei disegni di Leonardo che è interessante notare il tipo fisico usato come modello in questo disegno puramente scientifico. Il portamento del busto ed i seni dalla linea eretta e generosa ricordano le proporzioni della Leda, che Leonardo dipinse nel periodo 1504-9, gli stessi anni ai quali risalgono i disegni di questo foglio.

L'appunto al centro registra questo commento: « Il figliolo sta nella matrice circondato dall'acqua perché le cose gravi pesano meno nell'acqua che nell'aria, e tanto meno quanto più l'acqua è vischiosa e grossa. E poi tale acqua comparte il peso di sé col peso della creatura per tutto il fondo e i lati della matrice ».

18A *Genitali esterni femminili e cinque vedute del feto nell'utero*

Penna e inchiostro bruno (tre tonalità) con carboncino e sanguigna (303 × 220 mm.; K/P 197 v, RL 19101 r).

I due disegni in alto illustrano i genitali femminili in modo assai più preciso che non il n. 17B ed è probabile che, rispetto a quest'ultimo, siano stati eseguiti alcuni anni più tardi. Nella parte destra dei due disegni si può riconoscere una concezione erronea della posizione dei muscoli addominali. Gran parte delle note lungo il lato sinistro discute delle lunghezze relative dell'organo femminile nella specie umana ed in altri animali, la statura del corpo umano al momento della nascita e a sviluppo completato.

I disegni principali di questo foglio presentano studi del feto nell'utero visto da angolazioni diverse. Leonardo si interessa anche alla lunghezza e posizione del cordone ombelicale ed afferma che « la lunghezza dell'ombelico è uguale alla lunghezza del putto in ogni grado della sua età ». Negli appunti egli discute se il feto nel grembo materno possa respirare, piangere, o urinare e conclude che « Il figliolo non respira in corpo alla sua madre perché sta nell'acqua e chi alita nell'acqua immediatamente annega... e dove non è respirazione non è voce ». Leonardo riteneva che il tallone sinistro del feto, ripiegato sotto il corpo, premendo contro il perineo (così com'è rappresentato nel disegno), impedisse la fuoruscita dell'urina verso l'utero, determinandone l'espulsione attraverso il cordone ombelicale.

Nel « cartiglio » del margine superiore del foglio si legge: « Dimanda la moglie di biagin Crivelli come il cappone alleva le ova della ghallina essendo lui imbricato ». Con Biagino Crivelli, favorito del Duca Lodovico Sforza e capo dei suoi arcieri, Leonardo aveva stretto conoscenza durante il soggiorno milanese. Non è da escludere che egli sperasse di trovare indizi per lo sviluppo del feto umano studiando il processo di incubazione dell'uovo di gallina.

18B *Studi anatomici vari*

Penna e inchiostro bruno (tre tonalità). (K/P 197 r; RL 19101 v).

I disegni più importanti di questo foglio sono quelli della metà inferiore che rappresentano le viscere, i vasi sanguigni e il cordone ombelicale del feto in alto a sinistra, da Leonardo definito di quattro mesi, anche se dall'aspetto si direbbe di circa cinque. In questi studi il flusso del sangue si verifica dalla placenta lungo l'arco della vena ombelicale, attraversando l'ombelico del feto per salire al fegato. Si vedono anche chiaramente le vene ombelicali del feto che convergono nell'ombelico e, sotto, la vescica. Nel disegno piccolo sul margine destro, i cotiledoni, già rilevati nell'utero del bovino (n. 15A), sono aggiunti nella parte terminale del cordone ombelicale. Lungo il margine superiore si osservano tre disegni del cordone ombelicale in sezione. Leonardo annota: « tanto è sempre lunga la vena ombelicale quanta è la lunghezza del putto ». Il testo che circonda questi disegni tratta per la maggior parte della nutrizione del feto che si effettua, secondo Leonardo, mediante l'assorbimento dei fluidi materni, condotti fino al fegato del feto attraverso la vena ombelicale.

I disegni in alto, appena al di sopra del centro, rappresentano le ossa e i tendini del gomito e dell'avambraccio, con particolare enfasi sul muscolo brachiale (indicato con la lettera *a*), il quale produce da solo la flessione, ed i bicipiti (indicati con la *b*), che rendono possibile la supinazione, argomento che attrasse costantemente l'interesse di Leonardo.

19A *Il feto nell'utero*

Penna e inchiostro bruno (tre toni), acquerellato in bruno su tracce di carboncino e sanguigna (305 × 220 mm.; K/P 198 r; RL 19102 r).

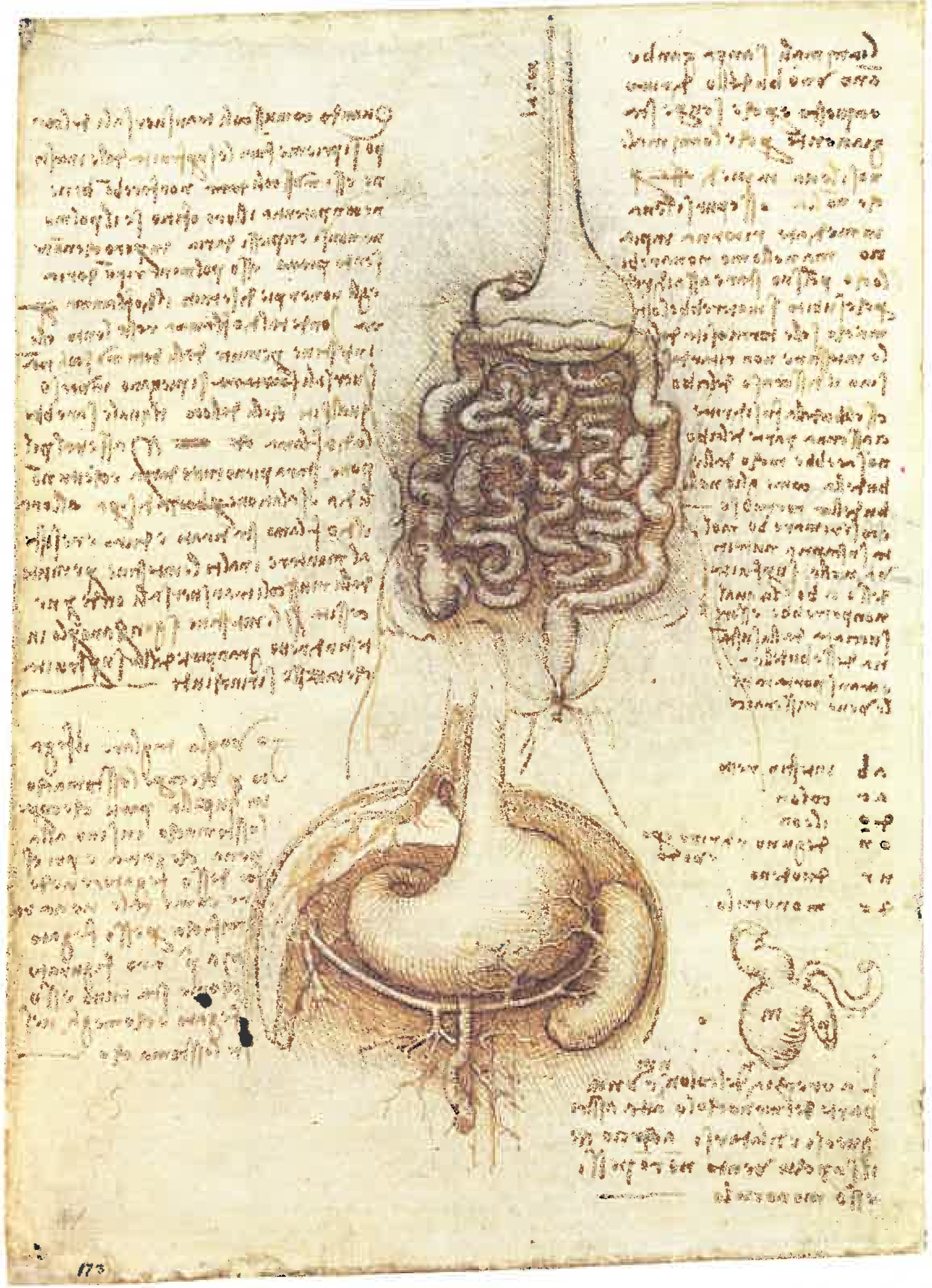
Qui Leonardo spiega il grande mistero del grembo materno: il modo in cui esso avviluppa il feto che vi cresce. Sembra che egli abbia ottenuto uno spaccato dell'utero contenente lo stesso feto che è rappresentato nei fogli 18A e B. Il feto, infatti, presenta le stesse caratteristiche che nei due disegni sopracitati: il tallone ripiegato in sotto e l'intrecciarsi del cordone ombelicale. Leonardo include erroneamente nelle pareti vascolari dell'utero umano i cotiledoni (strutture intersettive) che aveva osservato nell'utero bovino (n. 15A) circa cinque anni prima.

Gli altri disegni illustrano i raccordi tra il sangue presente nella placenta materna ed il feto che da questa si alimenta, pur essendo dotato di sistema vascolare autonomo. Sulla destra del disegno principale, il feto viene osservato attraverso la trasparenza della membrana amniotica, nel cui liquido è immerso e cresce, secondo Leonardo, proprio come la terra cresce emergendo dai mari circostanti. A destra in basso, una piccola figura relativa alla visione binoculare.

19B *Dissezione del feto umano*

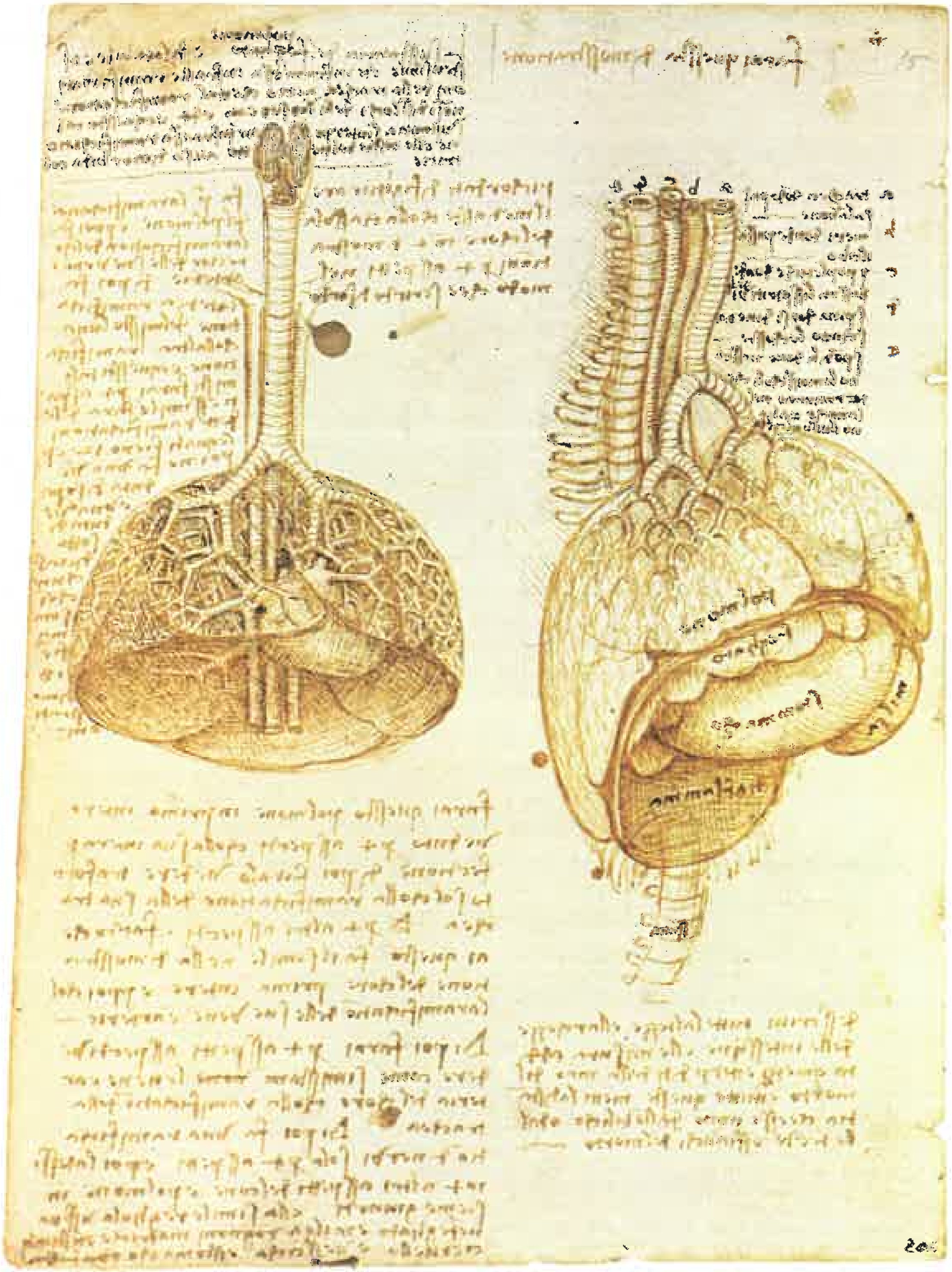
Penna e inchiostro bruno (due tonalità). (K/P 198 v; RL 19102 v).

Questa pagina fitta di note, pur se non particolarmente attraente dal punto di vista estetico, offre, tuttavia, un esempio tipico del modo in cui Leonardo sviluppava le proprie idee nel corso del tempo attraverso schizzi e annotazioni. Vi si leggono appunti sui vasi sanguigni, le membrane e gli intestini del feto. Al centro, un disegno rappresentante cuore, fegato, stomaco e intestini continua la sequenza degli organi del feto intrapresa nel n. 18B. Leonardo è colpito dal modo in cui « esso fegato fu sospinto nel lato destro » nell'adulto, mentre nel feto è in posizione centrale, e spiega questo fenomeno con la perdita di funzionamento della vena ombelicale e lo sviluppo della milza dopo la nascita. Il disegno centrale presenta una sezione dell'embrione nel primo stadio di sviluppo e degli strati che lo avvolgono, denominati, dall'esterno verso l'interno, « secondina » (corio), « alanchoidea » (allantoide), « animo » (amnio) e « matrice » (utero). Ulteriori note relative a questo schema sono contenute nelle sei righe manoscritte in un'anonima grafia del Cinquecento. Ad eccezione di questa nota non rimangono altri elementi dai quali si possa dedurre che qualcuno degli allievi di Leonardo abbia studiato a fondo l'anatomia. Le quattro righe in testa al foglio e le due figure, in basso sulla destra, destinate a illustrare il formarsi delle ombre, sono di pugno di Francesco Melzi, l'allievo prediletto, al quale Leonardo lasciò tutte le proprie carte e il complesso dei manoscritti.



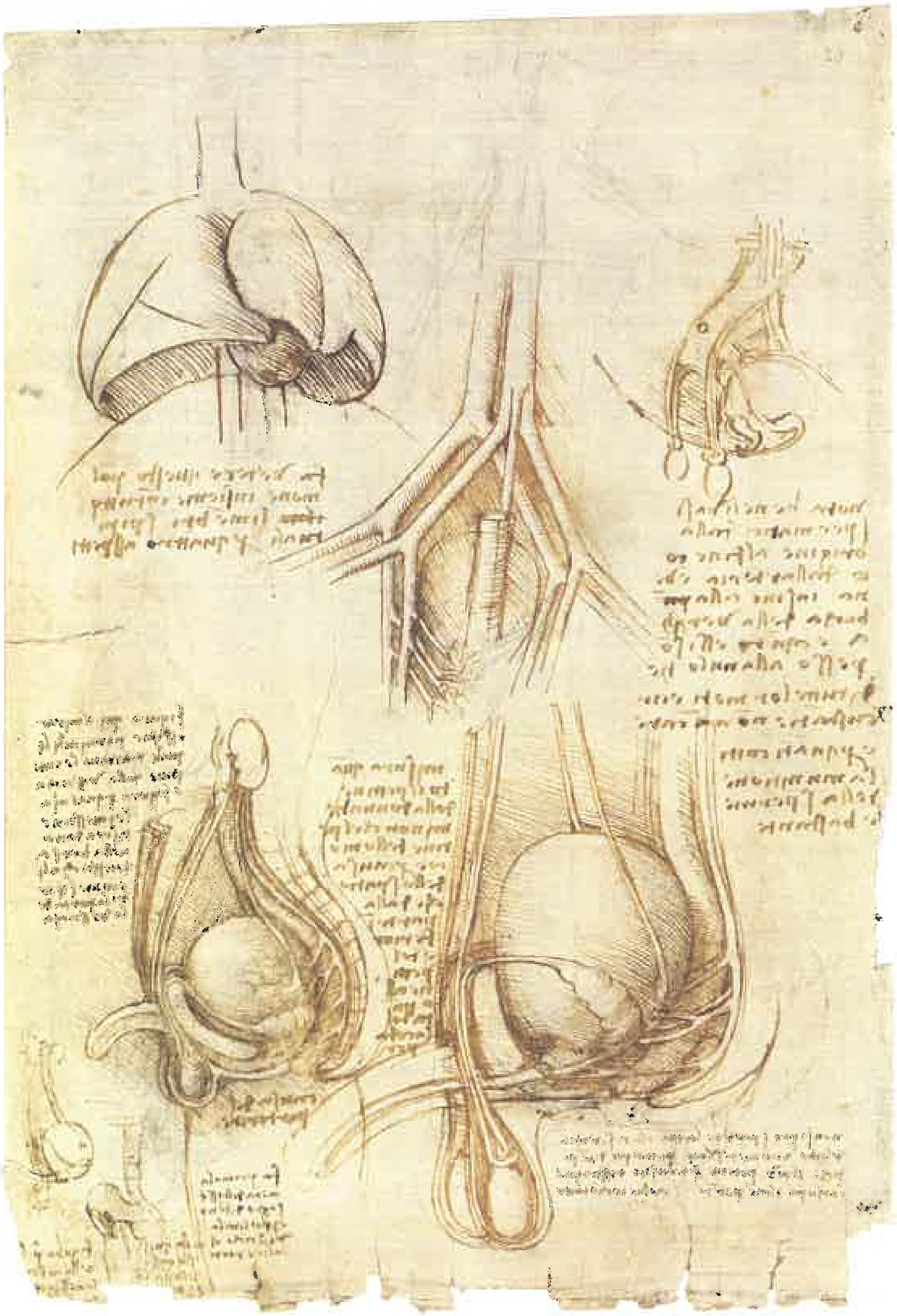
12A

12B

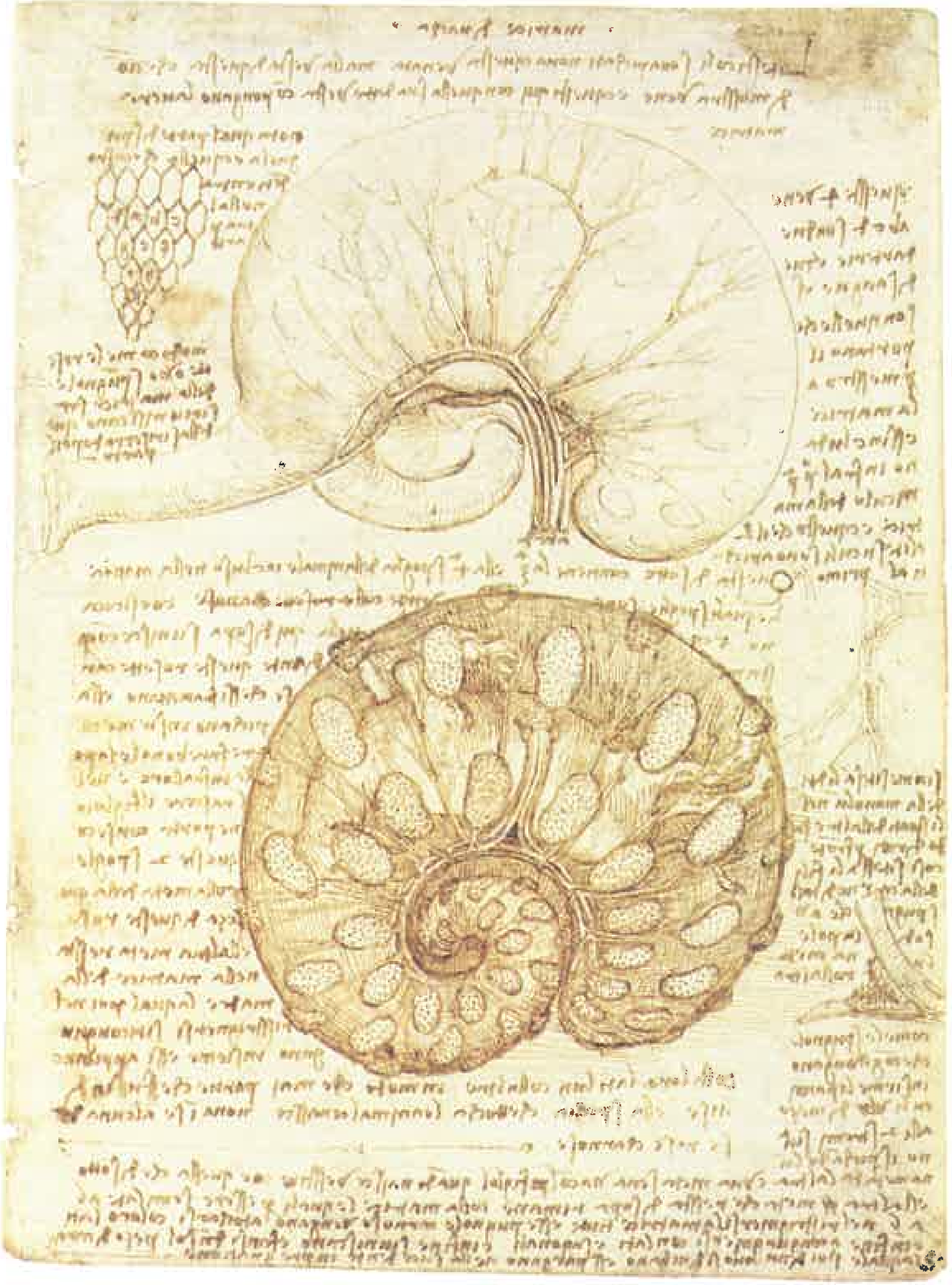


13A

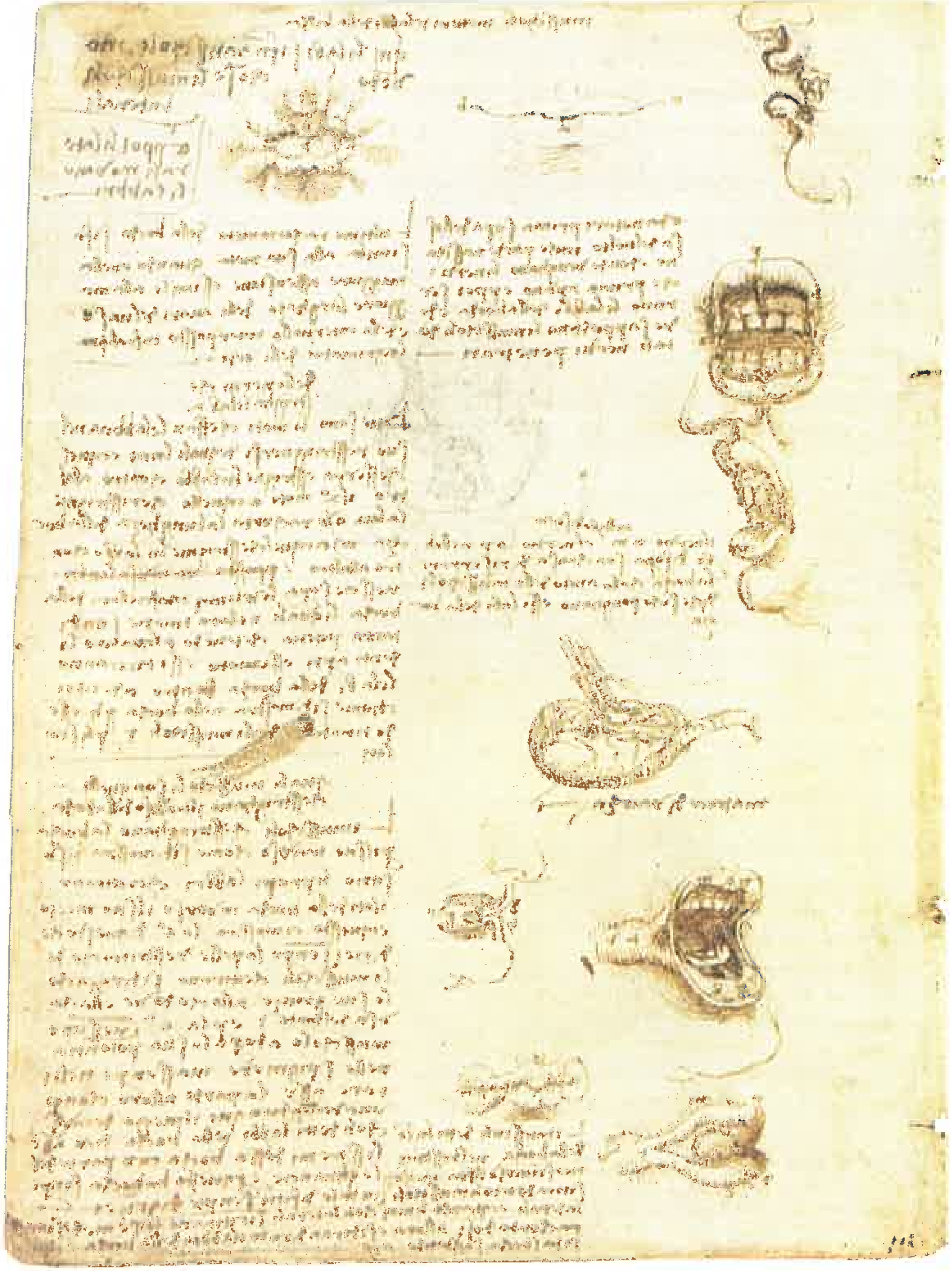
13B



14

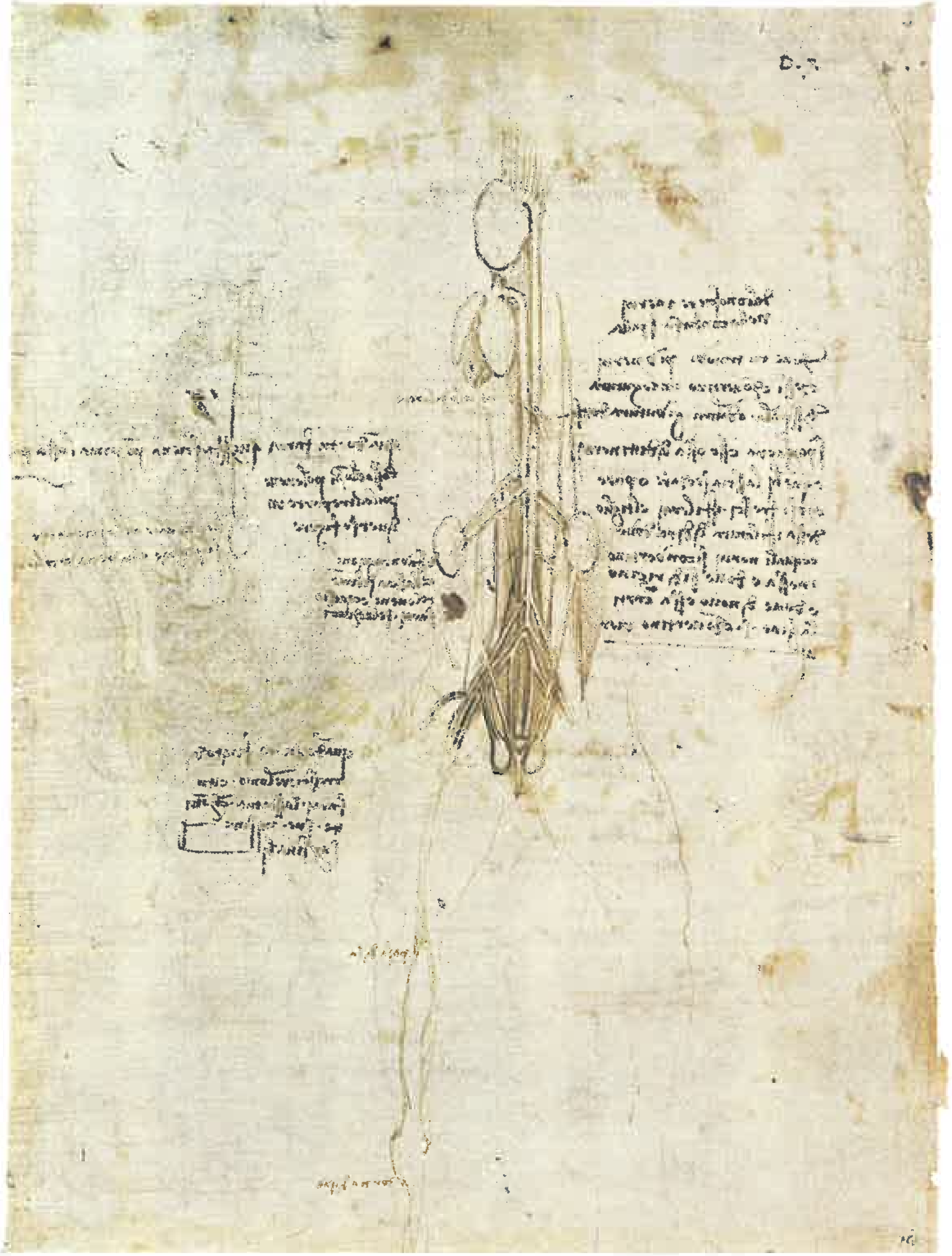


15A

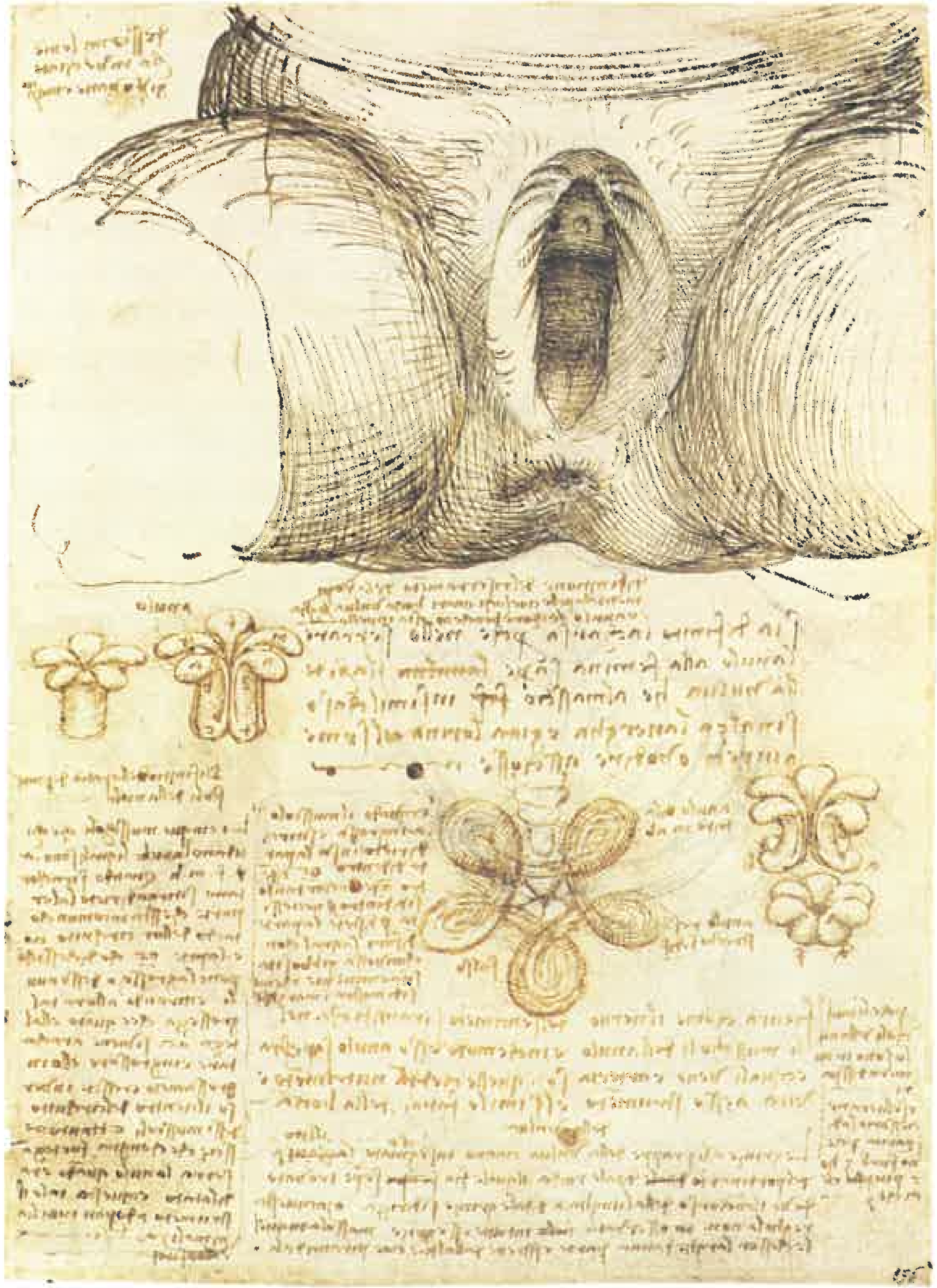


15B

16A



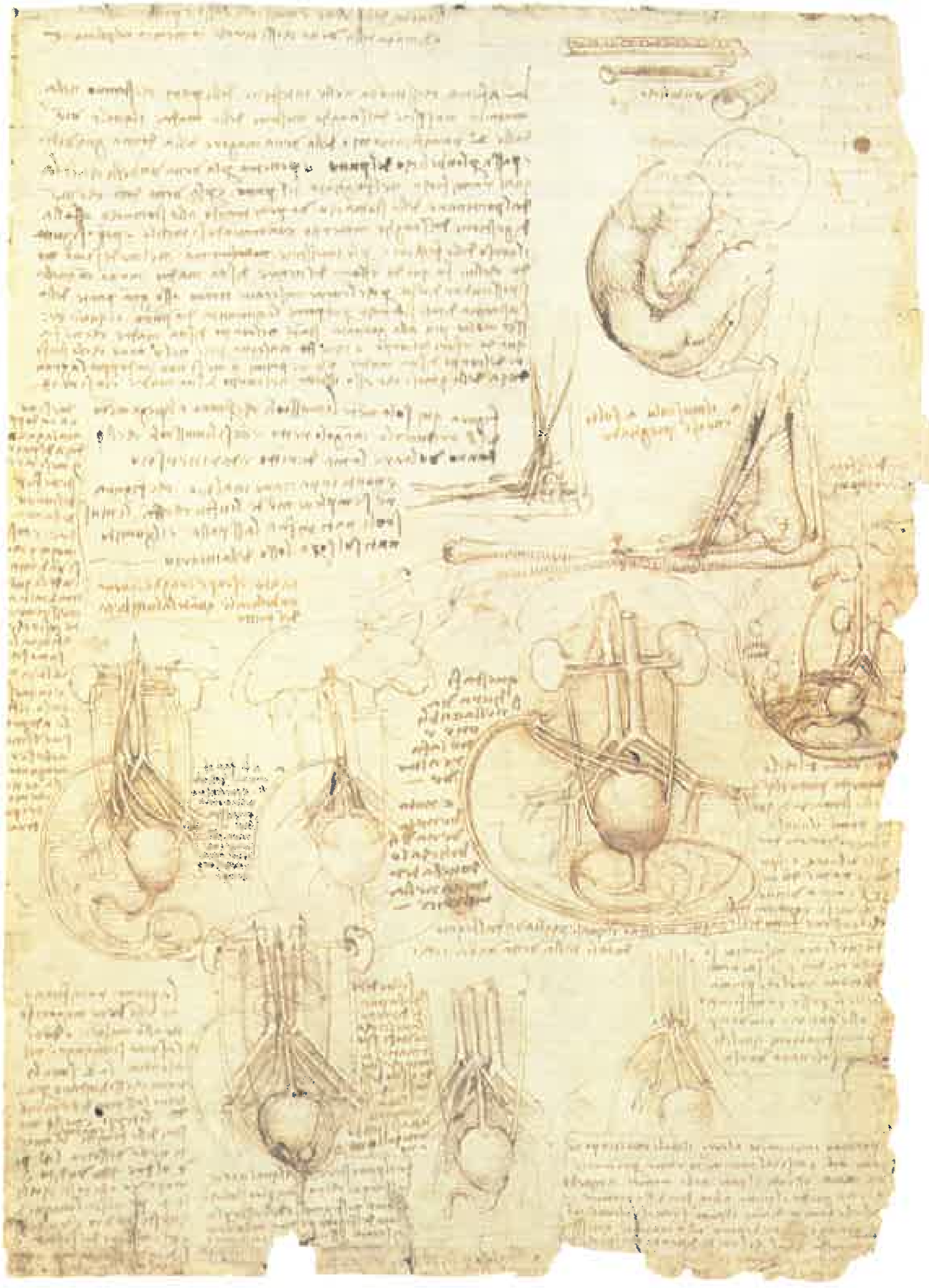
16B



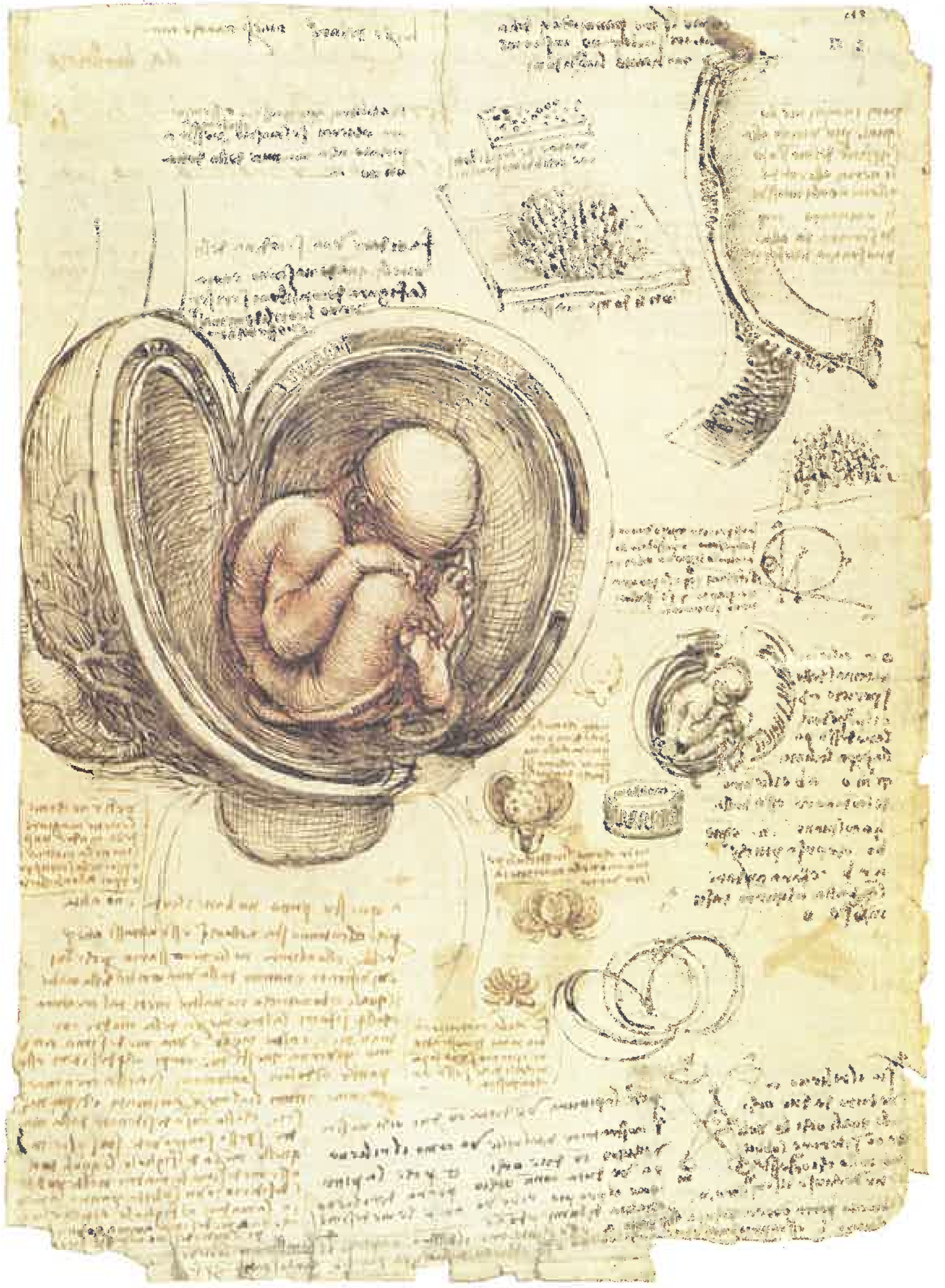
17A

17B

18A



18B



19A

19B

MUSCOLI E SCHELETRO

La maggior parte dei disegni analitici dell'apparato miologico ed istologico appartiene a un periodo posteriore rispetto ai disegni degli organi dell'addome. Leonardo si immerse nello studio dello scheletro e della muscolatura, negli anni 1508-10, in particolare nelle pagine del Foglio A al quale appartengono il disegno n. 20 e i nn. 25-33. D'altra parte, i primi disegni anatomici di Leonardo sono quelli del cranio (per es., n. 8A e B) risalenti al 1489, mentre il 24 è uno dei più tardi, del 1513 circa. In quest'ultimo è di immediata evidenza lo scadimento di qualità sia della chiarezza grafica sia della precisione anatomica.

I disegni dello scheletro sono, tra i più belli e suggestivi studi leonardeschi. Costituiscono una testimonianza efficace dell'affermazione di Leonardo che la precisione del disegno è più eloquente di mille parole (v. n. 20A). È comprensibile che i disegni dei muscoli siano meno accurati di quelli delle ossa: la miologia ebbe un carattere esplorativo negli studi di Leonardo. All'epoca in cui visse a tale disciplina non veniva dedicata molta attenzione. Negli studi particolareggiati dei muscoli della mano e del viso (nn. 32A e B), per esempio, Leonardo raggiunse un notevole grado di precisione.

Le pagine del Foglio A sono costellate di appunti relativi alla tecnica di illustrazione. Leonardo ritiene che ogni arto, parte di esso, e perfino le singole ossa, si debbano rappresentare almeno da cinque angolature diverse e a diversi strati di profondità. Nel caso della mano (e in altri), introdusse l'elemento tempo, proponendosi di riferire queste « dimostrazioni » agli arti di un vecchio, di un giovane e di un bimbo, così da raggiungere chiarezza e conoscenza ancora più profonde. Nei disegni 25A e 26A, dove si vedono otto aspetti dei muscoli della spalla e del braccio, Leonardo ha fissato diversi momenti della rotazione di 180° fatta compiere alla figura. Egli suggerisce un sistema ingegnoso per illustrare la posizione dei muscoli e la spinta che da essi si genera, e cioè l'uso di « strutture a fili ». Nel n. 28B applica questo sistema alla spalla e, nel n. 32B, detta i principi per la sua applicazione alla mano, dicendo: « quando avrai figurato le ossa della mano ... fa fili invece di muscoli ... acciocché si conosca quale muscolo vada di sotto e quale di sopra all'altro muscolo ».

Che queste dimostrazioni e dissezioni avessero scopo pratico oltre che teorico è indicato dalle note del n. 22A e del n. 27A, dove Leonardo parla della diagnosi e cura delle ferite e della necessità di precise conoscenze anatomiche.

20A *La spina dorsale*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità), acquerellato in bruno, su tracce di carboncino (286 × 200 mm.; K/P 139 v; RL 19007 v).

Nella parte superiore del foglio le articolazioni della colonna vertebrale appaiono in tutta la bellezza della loro curvatura naturale, col giusto numero di

vertebre in ogni sezione. A destra, il disegno e l'ombreggiatura della colonna vertebrale raggiungono l'effetto superbo di mostrarne l'inarcatura in prospettiva. Sotto, Leonardo la rappresenta di lato, dalla parte interna. Negli appunti rileva che ogni parte di essa deve essere disegnata « separata e poi congiunta », non solo nei « tre aspetti » (frontale, laterale e posteriore), ma anche trasversalmente, nella parte superiore come in quella inferiore. Questo vale specialmente per le sette vertebre del collo, in basso a sinistra. Affascinato dalla conformazione insolita delle prime tre vertebre cervicali, Leonardo ne dà una dimostrazione « scoppiata », con le articolazioni viste dalla parte interna, lungo il margine del foglio. Nella nota si legge: « Farai questi ossi del collo per tre aspetti, prima congiunti e poi separati, e così darai la vera immagine delle loro figure, quale gli antichi e moderni scrittori non avrebbero mai potuto dare senza un dispendio tedioso di scrittura e di tempo. Ma questo modo sintetico di illustrazione nei diversi aspetti ne darà piena e vera conoscenza, e acciocché questa venga diffusa a beneficio degli uomini, io insegno il modo di ristamparlo con ordine e prego voi successori che non lesiniate per farle stampare in.... ». Qui lo scritto diventa illeggibile e si interrompe; esso rivela, tuttavia, la speranza di Leonardo di vedere pubblicati i propri disegni.

20B *Collo e spalla – rappresentazione anatomica di superficie*

Penna e inchiostro bruno e carboncino (K/P 139 r; RL 19007 r).

Nell'angolo in basso a sinistra appare la parola « Leoni », forse la firma dello scultore Pompeo Leoni, che possedé la collezione dei disegni di Leonardo oggi custodita a Windsor.

Il disegno rappresenta la superficie anatomica del collo e della spalla di un vecchio dal corpo magro, probabilmente lo stesso che servì da modello per i nn. 31B e il 33B. Il braccio alzato, flesso all'altezza della spalla, mette in evidenza il tricipite. Lungo il margine inferiore del foglio è appena visibile un disegno a carboncino della spalla e del braccio destro visti dall'alto.

21A *Sezione superiore del midollo spinale con relativi nervi e ossa*

Penna e inchiostro bruno in due tonalità (191 × 137 mm.; K/P 63 r; RL 19040 r).

Le tre righe appena sotto il centro vicino al margine sinistro forniscono la chiave per leggere questo foglio: « La nuca è fonte dei nervi che danno moto volontario alle membra ». Segando longitudinalmente la colonna vertebrale, Leonardo ha esposto i nervi che dal cervello si estendono al midollo spinale, per discostarsene poi ai due lati a formare il plesso brachiale. Nel disegno in basso, la base del cervello, il midollo spinale e il plesso brachiale sono rappresentati avulsi dalla struttura ossea che li circonda. Questi disegni, e due altri di un foglio già collocato vicino al n. 21A (K/P 621; RL 19021), rivelano un errore nell'anatomia del sistema nervoso centrale che Leonardo non rettificò mai. La sua concezione del midollo spinale, come condotto centrale affiancato da due condotti laterali, risale probabilmente alle dissezioni operate nel 1487 su una rana e una scimmia (v. n. 5B).

21B *Formazione del plesso brachiale*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) su carboncino (K/P 63v; RL 19040 v).

Il disegno sull'altra facciata di questo foglio (n. 21A) mostrava il plesso brachiale in modo estremamente schematico. In testa a questa pagina si legge: « qui ciascun nervo del braccio è congiunto con tutti e quattro i nervi che escono dalla nuca », e i tre disegni del n. 21B mostrano che Leonardo aveva raggiunto una visione assai più precisa del plesso brachiale, anche se gli era sfuggita l'esistenza della quinta radice che collega il plesso al midollo spinale (in alto a sinistra). I progressi compiuti da Leonardo in questo ramo dell'anatomia nell'arco di diciassette anni appaiono evidenti se si confronta questo disegno con quello della spalla nel n. 4, dove le radici emergono dalla colonna vertebrale e passano sotto la clavicola in fascio parallelo, senza mostrare traccia di plesso.

I muscoli del disegno a destra sono indicati, dall'alto verso il basso, con questi termini: « spalla », « omero », « pesse del braccio » (bicipite), « muscolo del gomito ». In basso a sinistra, Leonardo elenca le « dimosstrationi » che intende fare relativamente a ossa, tendini, vasi, intestini e ad altri rami dell'anatomia.

22A *Plesso brachiale e disquisizione sui muscoli*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) su tracce di carboncino (192 × 143 mm.; K/P 57 v; RL 19020 v).

Due sono i temi che Leonardo tratta in questo foglio: il plesso brachiale, graficamente descritto nel disegno che attraversa il centro, e la forza muscolare, discussa nelle note.

Appare evidente che, dopo i disegni 21A e B, di poco anteriori, Leonardo ha operato altre dissezioni del plesso, che è ora correttamente dotato di cinque (e non quattro) radici, le quali si uniscono a formare il tronco superiore, mediano e inferiore. La figura principale reca la didascalia « del vechio ». In un altro foglio (K/P 69 v; RL 19027 v) Leonardo racconta della morte del vecchio nell'Ospedale di Santa Maria Nuova a Firenze e di come egli avesse fatto « un'anatomia » del suo cadavere (v. Introduzione, p. 16). Vi sono fondati motivi per far risalire questo decesso ed il disegno del cadavere sezionato (per es. n. 22A) al 1508. Il disegno più piccolo, in basso a destra, concerne i muscoli vertebrali anteriori, contrassegnati con le lettere *a*, *b*, *c*, *d*, *e* nello schema principale e visti in sezione trasversale nell'angolo in basso a sinistra. Appena al di sopra del disegno prin-

cipale del plesso si legge questa osservazione: « qualunque dei cinque rami si salva dal taglio dalla spada, questo è sufficiente per conservare al braccio le sue sensazioni », la quale suggerisce un'esperienza clinica diretta acquisita forse nelle campagne di Cesare Borgia del 1502-3, alle quali Leonardo partecipò attivamente.

Il testo manoscritto ha ben poca attinenza ai disegni e discute invece « della forza dei muscoli », in armonia col titolo. In queste note Leonardo anticipa lo studio approfondito della muscolatura che condurrà qualche anno più tardi nel Manoscritto Anatomico A. Per il momento egli è perplesso di fronte alla facilità con cui si rompono muscoli, vene e arterie pur avendo al tempo stesso, la possibilità di esercitare forza notevole. Egli cerca spiegare questo fenomeno con la presenza di membrane che accolgono la fibra muscolare.

22B *Il mesenterio dell'intestino e il sangue che vi affluisce*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) su tracce di carboncino (K/P 57 r; RL 19020 r).

Gli appunti e i disegni di questo foglio si rifanno alla teoria di Galeno (accolta anche da Mondino e Leonardo) per la quale il chilo assorbito dal cibo nell'intestino è portato dalla vena superiore mesenterica e dalla vena porta (visibili in tutti i disegni eccetto uno) al fegato dove viene trasformato in sangue; allo stesso tempo questa vena « nutre » il mesenterio, magnificamente disegnato nelle due figure centrali.

Il brano in alto fa parte di un certo numero di note sparse in varie pagine, nelle quali Leonardo rivela il proprio interesse per gli aspetti estetici del costume. Qui l'osservazione è che « le unghie lunghe tra gli europei sono ritenute vergognose, mentre tra gli indiani sono tenute in gran venerazione, ed essi se le fanno dipingere con liquidi penetranti ed adornare con vari trafori e dicono che ciò è appannaggio delle persone distinte, mentre le unghie corte son cosa di lavoratori manuali delle diverse arti e mestieri ».

23A *L'albero dei nervi*

Penna e inchiostro bruno (190 × 134 mm.; K/P 76 v; RL 19034 v).

Allo stesso modo in cui nel primo disegno di questa mostra Leonardo rappresenta « l'albero delle vene », così qui egli disegna, nelle due figure principali, « l'albero di tutti i nervi e si mostra come essi tutti hanno origine dalla nuca, e la nuca dal cervello ». Lungo il margine superiore del foglio si leggono queste parole: « Tutto il corpo ha origine dal cuore, per quanto sta alla sua creazione prima, e quindi il sangue e le vene e i nervi fanno lo stesso; però i nervi si vedono chiaramente nascere dalla nuca, lontana dal cuore, e la nuca è della

medesima sostanza del cervello dal quale deriva ». Questi disegni, che fanno parte del Manoscritto Anatomico B, dovrebbero essere del 1506-8 circa.

23B *Polmoni e apparato respiratorio*

Penna e inchiostro bruno in due tonalità (K/P 76 r; RL 19034 r).

La figura in alto a destra illustra i polmoni nel torace. Il fatto che negli appunti Leonardo riferisce della dissezione del polmone di un suino, fa pensare che il disegno raffiguri l'organo di questa specie animale. Leonardo si pone qui varie domande, come: « Quando il polmone manda fuori l'aria e diminuisce in proporzione dell'aria che ha espulso, allora si dovrebbe esaminare da dove la cassa del polmone così contratto prende l'aria, dal momento che in natura non esiste il vuoto. E ancora ci si chiede per quale via il polmone espelle l'aria dal suo ricettacolo quando poi si ingrandisce e dove va a finire l'aria così espulsa ». È chiaro che a quest'epoca Leonardo seguiva la teoria dei Platonisti, secondo i quali il polmone si gonfiava dall'interno, ricevendo l'aria come un pallone.

24 *Muscoli del collo*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) su carta blu (227 × 205 mm.; K/P 179 v; RL 19075 v).

È uno degli ultimi disegni anatomici di Leonardo, posteriore al 1513. È concepito per dimostrare come il collo sia reso stabile da muscoli che hanno origine dalla cintura scapolare e formano un asse sul quale la testa ruota liberamente: « farai prima la spina del collo, senza la testa, come albero di nave con le sue costiere, poi farai la testa con le sue corde che danno il moto sopra il suo polo ».

Si può osservare quanti dettami anatomici Leonardo dimenticò dal tempo in cui aveva eseguito i disegni del n. 27B, per esempio, pur conservandone il tema centrale. Questo foglio traduce in linguaggio anatomico il pathos della vecchiaia e, forse, dell'infermità. Nel brano in basso a sinistra si legge un'invocazione: « o speculatore di questa nostra macchina [cioè, il corpo umano], non ti rattristi il fatto di farla conoscere per mezzo dell'altrui morte, ma rallegrati che il nostro Creatore abbia l'intelletto volto all'eccellenza di tale strumento ».

25A *Muscoli del braccio di figura in rotazione*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità), acquerellato in bruno, su carboncino (289 × 199 mm.; K/P 141 v; RL 19005 v).

La sequenza di disegni dei muscoli superficiali del braccio presenta (da sinistra a destra) quattro aspetti, iniziando da una veduta dorsale e terminando con la figura girata di 90° e vista dalla destra. La sequenza è completata nel n. 26A.

Leonardo rappresenta con particolare cura il muscolo deltoide, che nel disegno a destra è diviso in quattro lamelle, contrassegnate con le lettere dalla *a* alla *d*: egli ritiene che ognuna di queste eserciti un'azione diversa e costituisca, perciò, un muscolo autonomo. Le note si riferiscono al funzionamento del deltoide e alle tecniche da seguire per rendere « più intelligibili » i disegni dei muscoli in funzione dinamica. L'artista conclude che « questo sarà di vantaggio agli scultori che devono dare più rilievo ai muscoli che causano il movimento degli arti che non a quelli che in tale movimento non si adoperano ».

Le due righe manoscritte sulla testata ed il disegno in alto a sinistra non attengono al tema principale. Nella nota si legge: « I principali e maggiori e più potenti muscoli che ci siano nell'uomo sono le sue natiche, che sono meravigliosamente potenti, perché sono il fulcro della forza che l'uomo esercita nel sollevare i pesi ». Il disegno rappresenta lingua, gola e ugola e si riferisce all'altro disegno della gola eseguito sul n. 29A.

25B *Muscoli superficiali e vene del braccio*

Penna e inchiostro bruno, acquerellato in bruno, su tracce di carboncino (K/P 141 r; RL 19005 r).

Nella parte destra del foglio si osserva uno studio delle vene superficiali del braccio, del petto e dell'addome, che approfondisce l'esame dell'anatomia di superficie del vecchio raffigurato nel n. 27A. Bellissima è la rappresentazione grafica della struttura di drenaggio della vena cefalica e basilica del braccio, delle vene mammarie del petto e delle vene epigastriche superficiali dell'addome. In basso a destra, Leonardo indaga i tratti più profondi della vena basilica, seguendola con le sue diramazioni attraverso la vena ascellare su per la vena succlavia, fino al punto di congiunzione con la iugulare interna, indicata con la lettera *m*. Sono ovvi i progressi compiuti in una quindicina d'anni, dal tempo della rappresentazione delle vene, assai imprecisa, nel primo disegno esposto.

Il vecchio a capo coperto osservabile in alto potrebbe benissimo essere lo stesso che Leonardo sottopose a dissezione. La sua magrezza facilitava certamente l'opera di Leonardo, che ripetutamente insiste sull'importanza di questo fattore nelle dissezioni anatomiche. Solo nel caso di cadaveri magri, infatti, le vene superficiali ed i muscoli del petto e del braccio emergono con l'evidenza qui riprodotta dall'artista.

I tre disegni dei muscoli della spalla e del braccio destro e quello della spalla sono connessi con i disegni sull'altra facciata del foglio. Essi mostrano l'apparato muscolare quale appare dopo la rimozione della pelle e delle vene.

26A *Muscoli del braccio destro, spalla e petto*

Penna e inchiostro bruno, acquerellato in bruno, su tracce di carboncino, con tratti in sanguigna tra le figure principali (288 × 202 mm; K/P 140 v; RL 19008 v).

Le figure principali completano la sequenza delle diverse apparenze del braccio e del petto, in otto fasi della rotazione di 180° della figura. Molti muscoli sono indicati con lettere e descritti nel loro funzionamento. Nell'angolo in basso a destra è riprodotta una stella ad otto punte circondata da una nota: « Io volgo un braccio in otto aspetti, dei quali tre di fuori, tre di dentro, uno di dietro e uno davanti... e altri otto volgo quando il braccio ha i suoi due fucili incrociati (cioè radio e ulna in pronazione) ». Disegni che realizzino gli intenti espressi nella seconda parte di questa pagina non sembra ci siano pervenuti.

Le note che ricoprono la parte inferiore del foglio sono interamente dedicate alla natura dei muscoli. Leonardo si pone domande come queste: « Quali sono i muscoli che mai non si nascondono per grassezza o per carnosità? Quali sono i muscoli che si uniscono negli uomini di forza eccezionale? Quali sono i muscoli che si separano negli uomini magri? ».

In alto, si vedono tre studi dei muscoli della colonna cervicale, contrassegnati, da destra a sinistra, prima, seconda e terza dimostrazione. Si può osservare un approfondimento di questi studi nel foglio (K/P 149 r; RL 19015 r), dove l'interazione dei muscoli che conferiscono stabilità alle vertebre (disegno a sinistra e al centro) e dei muscoli che ne consentono la flessione laterale (disegno a destra) è sviluppata per l'intera lunghezza della colonna vertebrale.

26B *Le ossa della gamba*

Penna e inchiostro bruno acquerellato in bruno, su tracce di carboncino (K/P 140r; RL 19008r).

La tecnica usata da Leonardo per preparare gli scheletri a scopo di studio non ci è nota; ma che abbia dato ottimi risultati lo dimostrano le ossa raffigurate in questi disegni. Nella serie di disegni in alto Leonardo illustra la gamba, secondo il proprio metodo da tre angolature: posteriore, laterale e frontale. Il piede del primo disegno a destra è trattato con particolare cura, per dimostrarne la funzione di leva. A questo proposito Leonardo scrive: « Nota qui che la corda che piglia il calcagno *c* [tendine di Achille] tira tanto in su che leva l'uomo sopra il petto del piede a quando il peso dell'uomo sta nel polo *b* [il malleolo interno della caviglia]. E poiché la leva *b-c* entra due volte nella controleva *b-a*, una forza di 400 libbre in *c* fa forza per 200 libbre in *a* quando l'uomo sta su un piede solo ». Ecco un ottimo esempio di biomeccanica.

Il disegno di ossa della gamba piegata al centro della serie inferiore mostra come i cordoni muscolari *a-b* e *m-n* producono la rotazione della gamba al livello del ginocchio, quando questo è piegato, in contrasto con l'azione esercitata quando il ginocchio è teso, come si può vedere nella figura centrale della serie superiore. L'osservazione di Leonardo è che la « patella ha minor senso che nessun altro osso dell'uomo ».

27A *Muscoli superficiali del collo e della spalla*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) acquerellato in bruno, su tracce di carboncino (292 × 199 mm.; K/P 137 r; RL 19003 r).

In questo gruppo di disegni Leonardo passa in rassegna la superficie anatomica del collo e della spalla segnandone i muscoli prima di rimuovere la pelle per la dissezione superficiale, quale si può osservare sul verso di questo foglio (n. 27B).

Il testo tratta in parte dello stadio intermedio, cioè la raffigurazione delle vene superficiali così come viene illustrata nel n. 25B e abbozzata negli schizzi al centro a sinistra e in basso a destra di questo stesso foglio. In alto a sinistra, si leggono due note: « Natura delle vene », e « Del numero delle vene ». Riguardo alla prima, Leonardo scrive: « L'origine del mare è contraria a quella del sangue perché il mare riceve in sé tutti i fiumi, i quali sono causati dai vapori acquei levantisi nell'aria, mentre il mare del sangue è causa di tutte le vene ».

Gli altri appunti trattano per lo più dei movimenti del collo, con riferimento ai disegni del collo e della spalla da angolature diverse, che qui si osservano. La lunga nota sulla destra descrive i movimenti del collo: « Il collo ha quattro moti, dei quali il primo è alzare, il secondo abbassare il viso, il terzo è voltare a destra e a sinistra, il quarto piegare il capo a destra e a sinistra ». Altri movimenti sono definiti « misti ». Lo scritto si conclude sottolineando l'importanza di conoscere i muscoli che regolano questi movimenti « così che se l'uomo per una ferita viene a mancare di uno di questi moti, si potrà sapere con certezza quale corda o muscolo è impedito ».

La figura maschile in alto al centro, visibile fino al torso, venne incisa da Wenceslaus Hollar nel 1648, quando il disegno apparteneva a Lord Arundel.

27B *Muscoli della spalla*

Penna e inchiostro bruno (tre tonalità), acquerellato in bruno, su carboncino (K/P 137v; 19003v).

In questi disegni Leonardo illustra il meccanismo dell'articolazione della spalla. Egli svolge l'argomento per mezzo di dissezioni a livelli sempre più profondi, dalla pelle fino alle ossa dell'articolazione. Nella dissezione in alto a sinistra esamina attentamente il meccanismo del gran pettorale, del trapezio maggiore e minore, dell'elevatore della scapola, del sopraspinato, dell'infraspinato, del latissimus dorsi e dei muscoli romboidei, ciascuno indicato con una lettera dell'alfabeto. Il pettorale viene suddiviso da Leonardo in piccoli fasci che rappresentano le linee di forza determinanti l'azione del muscolo.

La conclusione logica di questa raffigurazione è il disegno di tutti i muscoli dell'articolazione della spalla secondo le loro linee di forza, viste come fili, osservabile nella figura del margine destro. Delle forze che agiscono sull'articolazione

Leonardo ha realizzato un disegno leggibile dal punto di vista geometrico e meccanico, seguendo queste direttive: « Fa fili prima che tu formi i muscoli, e detti fili valgano a dimostrare il posto dei muscoli e vadano a congiungersi con i loro capi al centro degli attacchi dei muscoli alle ossa. Questo darà una cognizione più chiara quando tu vorrai raffigurare tutti i muscoli, uno sopra l'altro, altrimenti il tuo disegno apparirà confuso all'occhio altrui ».

28A *I muscoli del tronco e delle gambe*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità), acquerellato in bruno, su carboncino (286 × 270 mm.; K/P 148 v; RL 19014 v).

La figura completa a destra illustra i muscoli superficiali del tronco e della coscia. Magnificamente analizzato appare l'intersecarsi nel tronco del serrato anteriore e dei muscoli obliqui esterni dell'addome sulle costole. Il testo, peraltro, concentra l'attenzione sui muscoli che circondano la giuntura femorale, che costituiscono l'asse orizzontale del corpo: « L'asse *n* », scrive Leonardo, « si trova sempre negli uomini proporzionati di fronte alla inforcatura delle coscie ». Ancora una volta il tensore della fascia lata, segnato *a*, si congiunge al vasto laterale, segnato *e*. Gli altri muscoli *b*, *c*, *d*, *e*, sono suddivisi in gluteo medio e gluteo massimo, i muscoli che formano le natiche. Se si pensa che Leonardo definì i muscoli delle natiche « i principali e i maggiori e i più potenti muscoli » dell'uomo (v. n. 25A), può destare sorpresa che venga loro dato così scarso rilievo in questa raffigurazione. Tra le note si legge: « Quando i muscoli *a* e *r* [il tensore della fascia lata e il sartorio] tirano, la gamba si alza in avanti; e i due muscoli *b* e *c* [gluteo medio] si allentano e *d* [gluteo massimo] si allunga. Descrivi questa regola nell'operazione di tutti i muscoli e potrai comprendere, senza vedere il vivo, quasi ogni atto senza fallo ».

La figura centrale mostra di nuovo il tensore della fascia lata, il sartorio e il retto femorale. Le figure piccole in alto fanno parte di uno studio sull'afflusso del sangue e dei nervi ai muscoli, e, nel margine sinistro, si osservano disegnati sulle costole alcuni muscoli non identificabili.

28B *Muscoli della coscia*

Penna e inchiostro bruno, acquerellato in bruno, su carboncino (KP 148; RL 19014r).

In questa pagina Leonardo ribadisce la convenienza di fare le dimostrazioni su corpi i cui muscoli siano privi di grasso « acciò che lo spazio che esiste fra l'uno e l'altro faccia finestra a dimostrare ciò che dopo loro si trova — come questa raffigurazione di spalla fatta qui con carbone ». Il disegno della spalla e del braccio destro teso, qui osservabile, per quanto sbiadito, offre una chiara lettura della veduta in profondità ottenuta con tale metodo e semplificata, inoltre, dalla rappresentazione come una « struttura a fili » (v. n. 27B).

La possente figura in basso ricorda l'esagerato rilievo dei contorni dei muscoli che caratterizzò lo stile di Leonardo nel periodo della *Battaglia di Anghiari* (1503-5). Per tutta la vita Leonardo ritenne che il tensore della fascia lata ed il sartorio fossero i principali muscoli flessori dell'articolazione femorale. Non riuscì, cioè, ad identificare lo psoas ed il muscolo iliaco. Qui il tensore della fascia lata, indicato con la *b*, si congiunge al vasto laterale, indicato con la *a*, sulla parte esterna della coscia, mentre il sartorio, che ha pure origine dalla parte anteriore della spina iliaca superiore, si estende come una cinghia robusta alla parte interna del ginocchio sinistro. In mezzo si trova il retto femorale, che giunge alla rotula. Le note discutono della dinamica dei muscoli e della distribuzione del grasso in corpi dalla muscolatura sviluppata.

29A *Laringe, trachea e muscoli della gamba sinistra*

Penna e inchiostro bruno (tre tonalità), acquerellato in bruno su tracce di carboncino e ghirigoro in sanguigna in alto a destra (290 × 196 mm.; K/P 134 r; RL 19002 r).

La maggior parte dei disegni si riferisce alla laringe e alla trachea. Speciale attenzione viene dedicata all'epiglottide, che nei disegni lungo il margine destro è presentata in varie posizioni. Il secondo disegno dall'alto mostra un bolo di cibo che, passando sopra l'epiglottide, la fa ripiegare all'indietro, sbarrando così l'accesso alla laringe. La glandola tiroide si presenta come una struttura a due lobi piuttosto pendula, sospesa davanti agli anelli superiori della trachea. Leonardo la descrive come « fatta per riempire dove mancano i muscoli e tiene la trachea discosta dall'osso della forcula [cioè la clavicola]. Ciò risulta in perfetta sintonia con la concezione galenica delle ghiandole come imbottitura meccanica.

Il disegno al centro in basso mostra le corde vocali. Secondo Leonardo, il suono prodotto dalle corde vocali era della stessa natura del suono prodotto dal flauto; era generato dall'aria che vi scorreva sopra espirata dai polmoni. Egli disegna le corde vocali con molta precisione, come pure le cavità che le separano, conosciute come ventricoli del Morgagni. Esse contribuiscono alla formazione di risucchi d'aria fondamentali per la sonorizzazione della voce. Sparse per tutta la pagina vi sono note relative ai problemi che Leonardo si è posto con le conclusioni cui è pervenuto. Esse riguardano principalmente questioni di formazione del suono. Le note si accumularono con il passare del tempo, fino a riempire tutto lo spazio disponibile. Eccone alcuni esempi: « Perché la voce nei vecchi si fa sottile ? ». Risposta: « Perché tutti i transiti della trachea si restringono nel modo che fanno le altre interiora ». Più avanti: « Cerca di vedere come il suono si genera nella fronte della trachea. La qual cosa si intenderà col separare la trachea insieme col polmone dell'uomo; e riempito il polmone di aria e poi serrato con prestezza subito si può vedere in qual modo la fistola della trachea generi la voce. E questo si vedrà e sentirà bene con un collo di cigno o di oca, che spesse volte si fa cantare dopo che è morta ».

29B *Le ossa del piede e le dissezioni del collo*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità), acquerellato in bruno, su carboncino (K/P 134 v; RL 19002 v).

Gli studi del piede visto dall'alto fanno parte della serie che continua nel n. 31B e nel n. 33A. Leonardo fece spesso uso di illustrazioni « scoppiate » per presentare chiaramente le articolazioni. Nello schizzo di scheletro, in alto a destra, la maggior parte delle articolazioni sono disegnate disgiunte. Più sotto, egli accenna a questo metodo: « spezza o disunisci ogni giuntura d'ossi, l'uno dall'altro ». A sinistra, si può osservare un tentativo, non riuscito, di applicare questo metodo all'articolazione della caviglia. V. il n. 33A, che presenta un tentativo più felice. La figura piccola, in alto a sinistra, reca una didascalia « *a* e *b* sono i due moti laterali dei diti », e il disegno centrale delle ossa del piede visto dal di sotto registra questo commento: « Nota a che servono le gobbe *a b c* (i sesamoidi) e così tutte le altre figure degli ossi ». Queste « gobbe » formano la scanalatura per il tendine del peroneo lungo (*c*) con il tubercolo (*b*) dietro. In altra parte del foglio Leonardo scrive: « I pezzi dell'osso che costituisce il piede dell'uomo sono ventisette ».

Le dissezioni del collo nelle tre figure inferiori mostrano che l'analisi leonardiana di quest'organo andò costantemente approfondendosi. Nelle prime due figure lo sternomastoide divide il collo nei suoi triangoli anteriore e posteriore. Nella terza figura, tale muscolo è stato rimosso per mettere in evidenza la complessità dei muscoli sottostanti. La figura a sinistra fu incisa da Hollar nel diciassettesimo secolo.

La figura sul margine destro rivela come Leonardo ben conoscesse i due sottili muscoli digastrici orientati verso la parte posteriore del capo partendo dal mento.

30A *Lo scheletro del tronco e delle gambe*

Penna e inchiostro bruno (tre tonalità), acquerellato in bruno, su tracce di carboncino (288 × 200 mm.; K/P 142r; RL 19012 r).

I disegni di questo foglio costituiscono la serie più completa di illustrazioni dello scheletro umano che Leonardo ci abbia lasciato. La gabbia toracica e le ossa del braccio e della spalla vi compaiono in veduta laterale (in alto a destra), posteriore (in alto a sinistra) e frontale (in basso a sinistra). Accanto al primo di questi disegni, Leonardo scrive: « Dalla prima costa *a* alla quarta sotto *b* è pari alla padella della spalla (scapola) *cd*, ed è simile alla palma della mano, ed al piede dal suo polo alla punta, e ciascuna cosa è simile alla lunghezza del viso ». Attorno alla figura, in basso a sinistra (dove Leonardo ricalca l'errore di Mondino riproducendo lo sterno con sette segmenti), l'artista ha scritto varie osservazioni sull'articolazione della spalla.

I disegni della gamba e della rotula, in basso a destra, fanno parte della serie iniziata nel n. 26B. Da questi emerge chiaramente che Leonardo aveva compreso l'importanza dinamica della patella e dell'osso sesamoide. Nella seconda figura da destra, lo ritrae ripiegato in avanti con il tendine sospeso in basso e, più a sinistra, nel centro del foglio, lo disegna separato.

Le note si riferiscono per la maggior parte all'articolazione della spalla, ma sulla testata del foglio si leggono queste due righe: «Dove sono le parti dell'uomo dove la carne non cresce mai per alcuna grandezza e dove sono le parti dove la carne si moltiplica più che in ogni altro luogo». Nel quarto inferiore del foglio, sul margine sinistro, si trova un elenco delle «ossa» della testa e della mandibola nel quale si legge: «testa 1», «masscella 2», «denti 32».

30B *I muscoli del braccio, della mano e del viso*

Penna e inchiostro bruno (tre tonalità), acquerellato in bruno, su tracce di carboncino (K/P 142 v; RL 19012 v).

In questo foglio Leonardo tratta di quattro temi connessi. Nel primo, consegnato alla nota che si stende nella parte alta del foglio, egli tenta una classificazione dei muscoli secondo la forma e il modo in cui si uniscono alle ossa, mediante i tendini che dai muscoli traggono origine o vi sono inseriti. Nel secondo, Leonardo riprende ancora una volta l'esame dei muscoli superficiali del braccio, con enfasi sui fasci del deltoide (v. anche nn. 25A e 26A).

Le due figure inserite tra i disegni del braccio destro presentano i muscoli che controllano l'espressione facciale. Il disegno a destra mostra lo strato scoperto dopo il sollevamento dei muscoli più superficiali. I vari muscoli sono catalogati più analiticamente nel disegno a sinistra, con questo commento: «*h* è il muscolo dell'ira, *P* è il muscolo del dolore, *g* è il muscolo del morso, *gnm* è lo stesso muscolo, *ot* è il muscolo dell'ira». I muscoli dell'ira e del dolore (*h* e *p*) paiono collocati da Leonardo sopra l'arco sopracciliare, a sinistra e a destra. In essi si può chiaramente riconoscere il corrugatore, il quale, abbassando e ravvicinando le sopracciglia, produce rughe verticali, espressione sia dell'ira sia del dolore. Leonardo esaminò per primo i muscoli facciali del cavallo «che ha gran muscoli e parti bene evidenti». Alcuni disegni per la *Battaglia di Anghiari* (per es., RL 12326 r e 12327 r) ritraggono l'espressione di rabbia o di terrore, nell'uomo e nel cavallo, resa rappresentando il ciglio aggrottato e il labbro sollevato.

Il quarto tema che Leonardo tratta in questa pagina riguarda i muscoli e le arterie della mano, in sequenza con i disegni del n. 32A e B. Le relative note contengono osservazioni di questo tenore: «Hai tu veduto qui la diligenza della natura d'aver situato i nervi e le arterie e le vene ai lati dei diti e non in mezzo, acciò che nell'operazione dei diti non si venissero in qualche modo a forare o tagliare». Leonardo osserva anche che, toccando un oggetto a dita incrociate, si ha la sensazione che ve ne siano due, esperimento descritto anche nel n. 32B.

31A *Movimenti del braccio determinati dal bicipite*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità), acquerellato in bruno, su tracce di carboncino (219 × 200 mm.; K/P 135 v; RL 19000 v).

Questi disegni illustrano il metodo leonardiano per evidenziare l'azione dei muscoli, mettendo a nudo l'osso sul quale essi operano. Qui l'azione del bicipite sull'articolazione del gomito è studiata sotto diverse angolature. Il disegno mostra le due estremità del muscolo, a volte tagliate con una strisciolina (di solito contrassegnata da una lettera) per mostrare come esso si inserisca nel radio dell'avambraccio, in modo da imprimere a questo e alla mano la rotazione per cui «la palma della mano è volta al cielo», cioè viene rivolta in alto.

Nei due disegni più in basso Leonardo mostra come la «palma della mano è volta a terra», e, nell'ultimo studio in basso, egli disegna il muscolo che rende possibile questo movimento, il trapezio pronatore. La scoperta che il bicipite determina la rotazione della mano, oltre che la flessione del gomito, fu motivo di grande soddisfazione per Leonardo, il quale disegnò ripetutamente questo meccanismo (v. anche n. 37A). La scoperta fu ripetuta soltanto due secoli dopo, dal Cheselden.

Le sette righe di annotazioni sopra l'avambraccio e la mano della figura centrale contengono una delle tante riflessioni di Leonardo applicabili all'anatomia umana in generale: «La vera cognizione della figura di qualunque corpo consiste nel vederlo in diversi aspetti .... Per rendere dunque chiara la figura di qualunque membro dell'uomo, primo fra tutti gli animali, io osserverò la regola predetta facendo di ciascun membro quattro dimostrazioni, una per ogni lato, e delle ossa ne farò cinque, segandole in mezzo e mostrando la cavità di ciascuna [di midollo], che puo essere midollosa, spugnosa, vuota o solida».

31B *Le ossa del piede e i muscoli superficiali della spalla e del collo*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità), acquerellato in bruno, su tracce di carboncino (K/P 135 r; RL 19000 r).

Dal disegno delle ossa della caviglia e del piede si deduce che Leonardo ne conosceva in dettaglio l'anatomia. Stretta è la connessione tra questo foglio e i fogli 29B e 33A. Nella figura in alto a sinistra, le ossa della caviglia e del piede sinistro sono viste dalla parte posteriore, con la tibia e la fibula disegnate separate più in alto. La figura centrale mostra le ossa del piede destro («volte nella medesima direzione» del precedente, «perché così saranno più intelligibili»), questa volta visto dal di sotto e, nella figura in basso (capovolta), di lato.

Nelle note Leonardo insiste sulle ossa sesamoidi al di sotto della palla dell'alluce (indicata con la *r* nella figura più in basso) attraverso la quale agisce il tendine. I piccoli schizzi sopra questa figura studiano «la linea di forza del moto che passa attraverso le congiunzioni dei mobili», come, appunto, questa articolazione.

Leonardo così conclude: « Ha posto la natura l'osso glanduloso [sesamoide] sotto la giuntura del dito grosso del piede perché, se il nervo dove tale osso glanduloso è congiunto fosse senza tale glandola, riceverebbe danno dallo sfregamento che avviene sotto un peso così grande come è quello dell'uomo che nel camminare si leva sopra i polsi dei piedi (caviglie) ad ogni passo ».

Il disegno dei contorni superficiali del primo strato di muscoli della spalla e del braccio (in alto a destra) si trova, con qualche variazione, anche in altri fogli, per esempio il n. 20B. In tutti e due i disegni sembra che l'ombreggiatura sia stata effettuata partendo dalla destra, procedimento insolito per un mancino come Leonardo.

32A *Ossa della mano*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità), acquerellato in bruno, su tracce di carboncino (288 × 202 mm.; K/P 143 v; RL 19009 v).

Questo foglio è intitolato « Figuratione della mano ». Nelle otto righe della nota sottostante Leonardo si propone di fare otto separate dimostrazioni della mano: delle ossa, dei legamenti, dei muscoli, dei tendini profondi, che « danno il moto alle punte delle dita », del secondo strato di tendini delle dita, dei nervi, delle vene e arterie, e, infine, della mano ricoperta dalla pelle. « Queste figurazioni si faranno di vecchio, di giovane e di puttino, e per ognuna si darà la misura di lunghezza, grossezza e larghezza di ciascuna sua parte ». I disegni lungo i due lati offrono un'illustrazione non del tutto completa di ognuno di questi stadi. Il loro merito è di essere i primi di questo genere a mostrare tanta precisione, specie nel disegno delle ossa del polso, viste separate. Seguendo il consueto metodo di dimostrazione, Leonardo presenta le varie sezioni, prima dalla parte posteriore (a sinistra), poi di fronte (a destra) e, infine, dai due lati (in basso).

Sul margine destro si osservano bellissimi studi dei tendini di un dito, ciascuno accuratamente contrassegnato: « *a* è la corda che drizza il dito piegato, *e* è la corda che piega il dito diritto [cioè l'estensore delle dita]; *c* è il nervo che dà la sensazione [cioè il flessore]; e se questo è tagliato il dito nulla sente anche se fosse nel fuoco ». Per comprendere il modo in cui Leonardo si esprime merita ricordare che all'epoca in cui visse queste strutture non avevano nome. Il piccolo schizzo al di sotto di queste note mostra la sporgenza dei tendini flessori nella mano col pugno chiuso.

32B *Dissezione della mano*

Penna e inchiostro bruno (tre tonalità), acquerellato in bruno, su tracce di carboncino (K/P 143 r; RL 19009 r).

I disegni di questa pagina mostrano le ossa e i muscoli delle dita e della mano,

secondo i propositi esposti da Leonardo nella nota in testa al n. 32A. Fanno parte di questa serie i due disegni di mano del n. 30B. Nella sezione superiore sono illustrati i tendini flessori a partire dal polso, attraverso la mano, fino all'inserzione nelle falangi. La figura centrale, di minute proporzioni, presenta un'accurata analisi di come i due tendini vengono ad inserirsi con la penetrazione del *digitorum profundus* attraverso il *digitorum sublimis*. Le due figure in basso a destra mettono in evidenza la funzione di questi due tendini nel movimento di flessione delle dita. A sinistra di queste si può osservare la sezione di uno strato più profondo dei muscoli della mano, e, più oltre, l'ossatura del polso e della mano.

La maggior parte delle note manoscritte è destinata a precisare il modo migliore di illustrare le varie parti della mano in « dieci dimostrationi ». Leonardo propone l'uso di una struttura a fili, simile a quella usata per la spalla nel n. 28B. « Quando tu hai figurato le ossa della mano e tu voglia sopra di quella figurare i muscoli che con queste ossa si congiungono, fa fili e non muscoli. Dico fili e non linee, acciocché si veda quale muscolo vada di sotto o di sopra all'altro, la qual cosa far non si potrebbe con semplici linee; e fatto questo fa poi un'altra mano a lato dove si veda la vera figura dei muscoli, come qui sopra si dimostra ». E, nella nota in alto, sopra la figura centrale, si legge: « Fa che il libro degli elementi macchinali con la sua pratica preceda la dimostrazione del moto e della forza dell'uomo e degli animali, e, mediante quelli, tu potrai provare ogni tua proposizione ».

33A *Ossa del piede e della spalla*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità), acquerellato in bruno, su carboncino (287 × 198 mm.; K/P 145 r; RL 19011 r).

Questi stupendi disegni delle ossa del piede fanno parte della serie già osservata nei nn. 29B e 31B. È curioso notare come i disegni leonardiani del piede spesso si accompagnino a studi della spalla, come in questa pagina, dove, in alto al centro, compare una dissezione in profondità dell'articolazione della spalla.

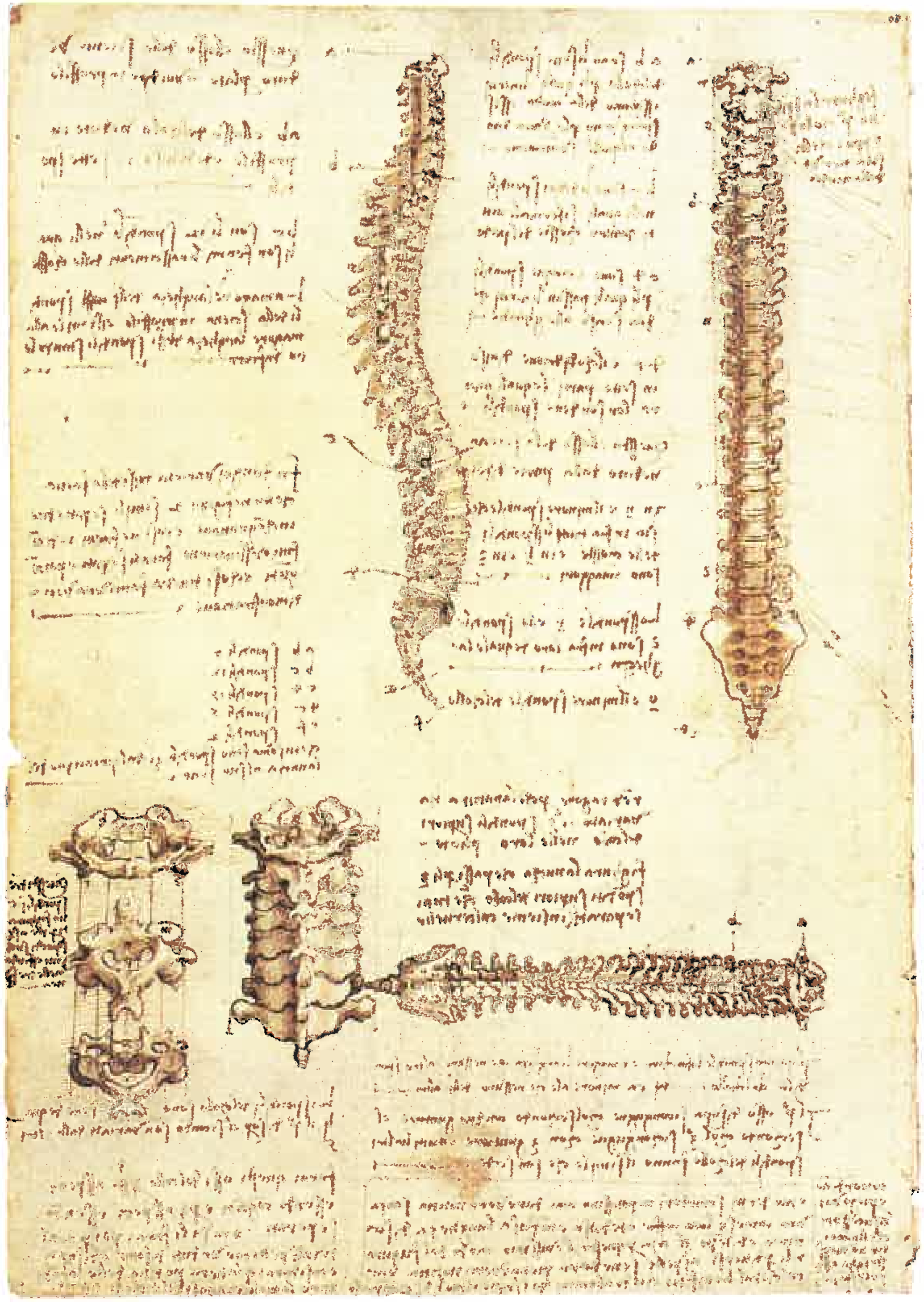
Nel testo Leonardo discute l'opportunità di fare « sei aspetti del piede » con « ossi separati » ecc. Le ossa sesamoidi, viste in congiunzione con i loro tendini, in basso a sinistra, sono esaminate in dettaglio relativamente al numero e disposizione che presentano in tutto il corpo. Lo studioso d'anatomia identifica qui otto ossa sesamoidi nel corpo: due nella spalla (strutture dell'acromio), due alla rotula e quattro nel piede (due sotto ciascun alluce). Per ulteriori discussioni sulla rotula, v. i nn. 26B e 30A.

33B *Muscoli dell'avambraccio*

Penna e inchiostro bruno (K/P 145 v; RL 19011 v).

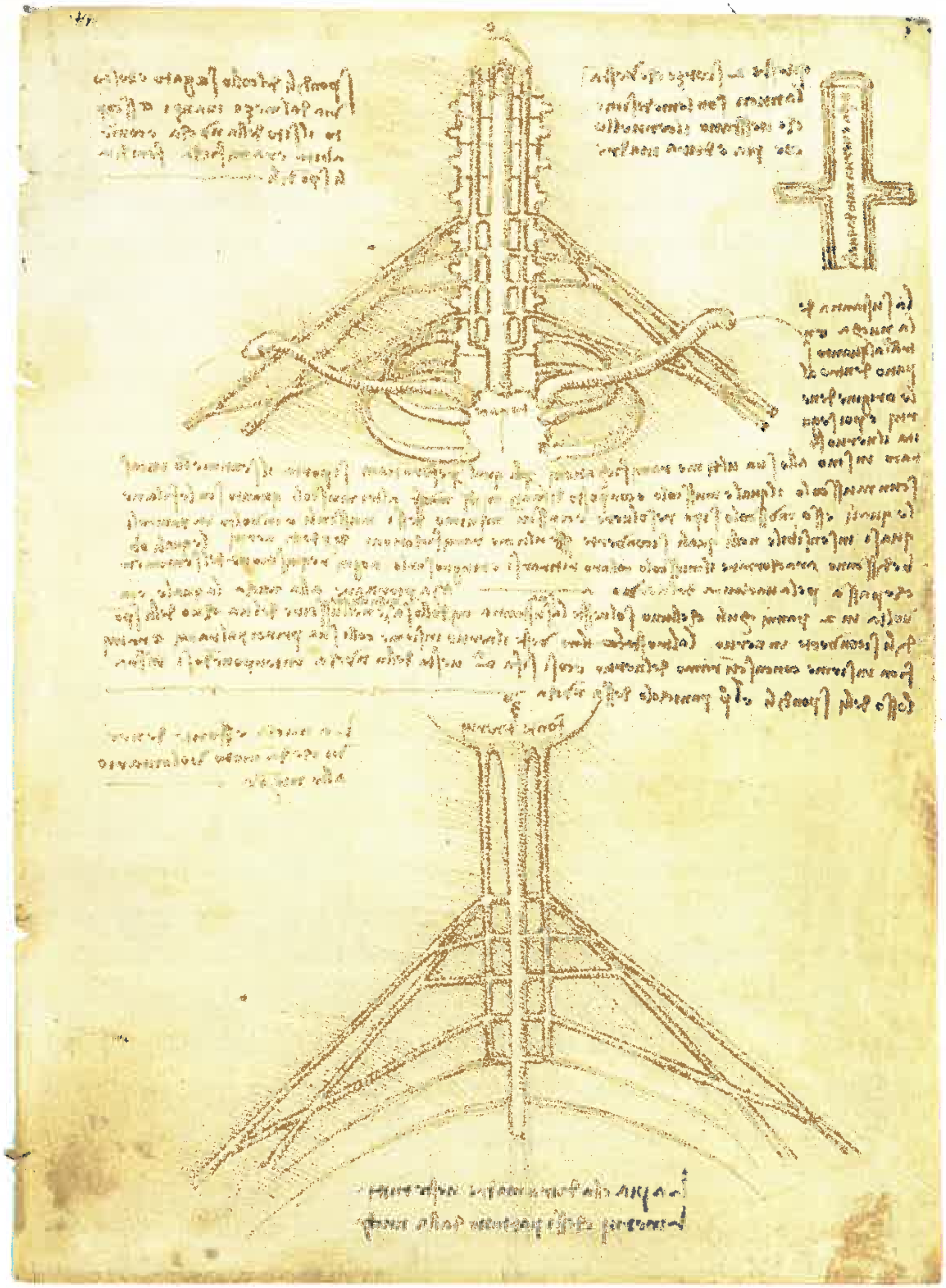
I due splendidi disegni in alto, che mostrano il braccio con la mano che afferra un'asta, presentano una mirabile sintesi delle conquiste scientifiche e artistiche di Leonardo. L'anatomia di superficie dei muscoli e delle vene, nel disegno superiore, può sostenere l'esame di qualunque anatomista, come pure la dissezione a strato più profondo della figura inferiore. Più in basso si osservano due abbozzi dei muscoli della parte esterna del braccio e del collo. Si tratta di spunti che verranno poi sviluppati nel n. 26A e in altri disegni.

Il testo in calce al foglio propone un confronto tra i movimenti del braccio umano e quelli dell'ala di un uccello: le ali di un uccello « son tanto potenti perché tutti i muscoli che abbassano le ali nascono dal petto, il quale in sé ha maggior peso che non tutto il resto dell'uccello ».



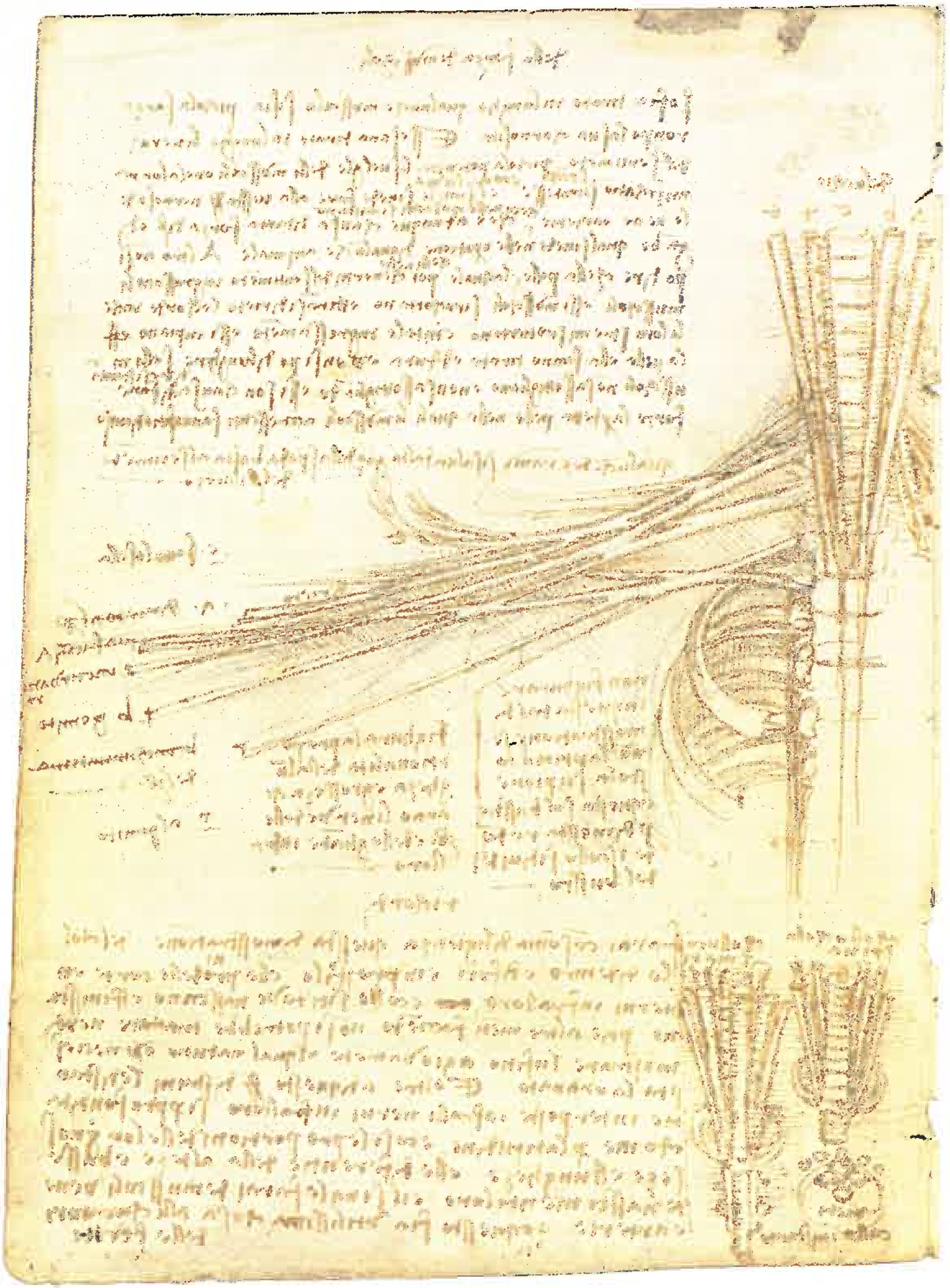
20A

20B

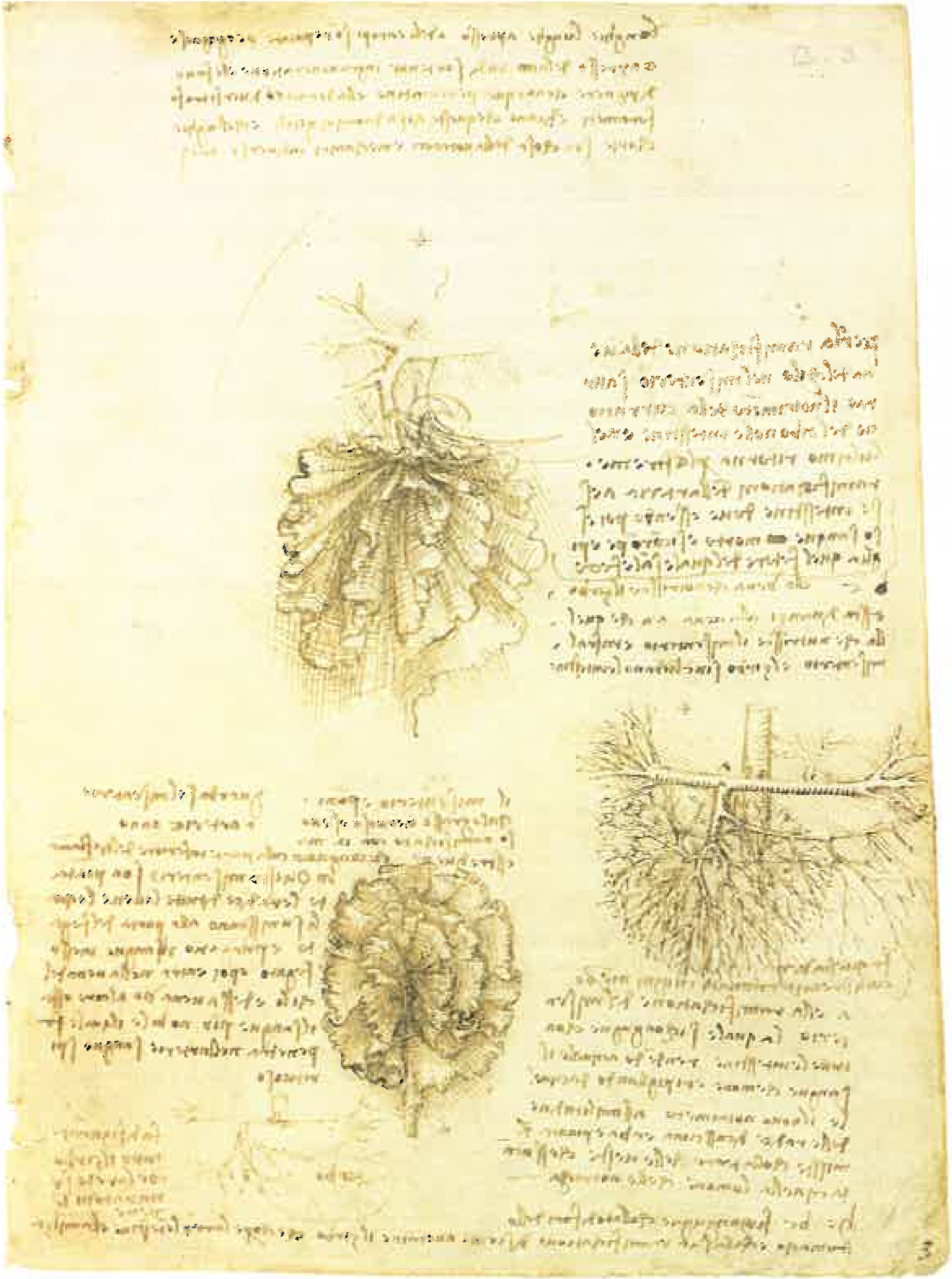


21A

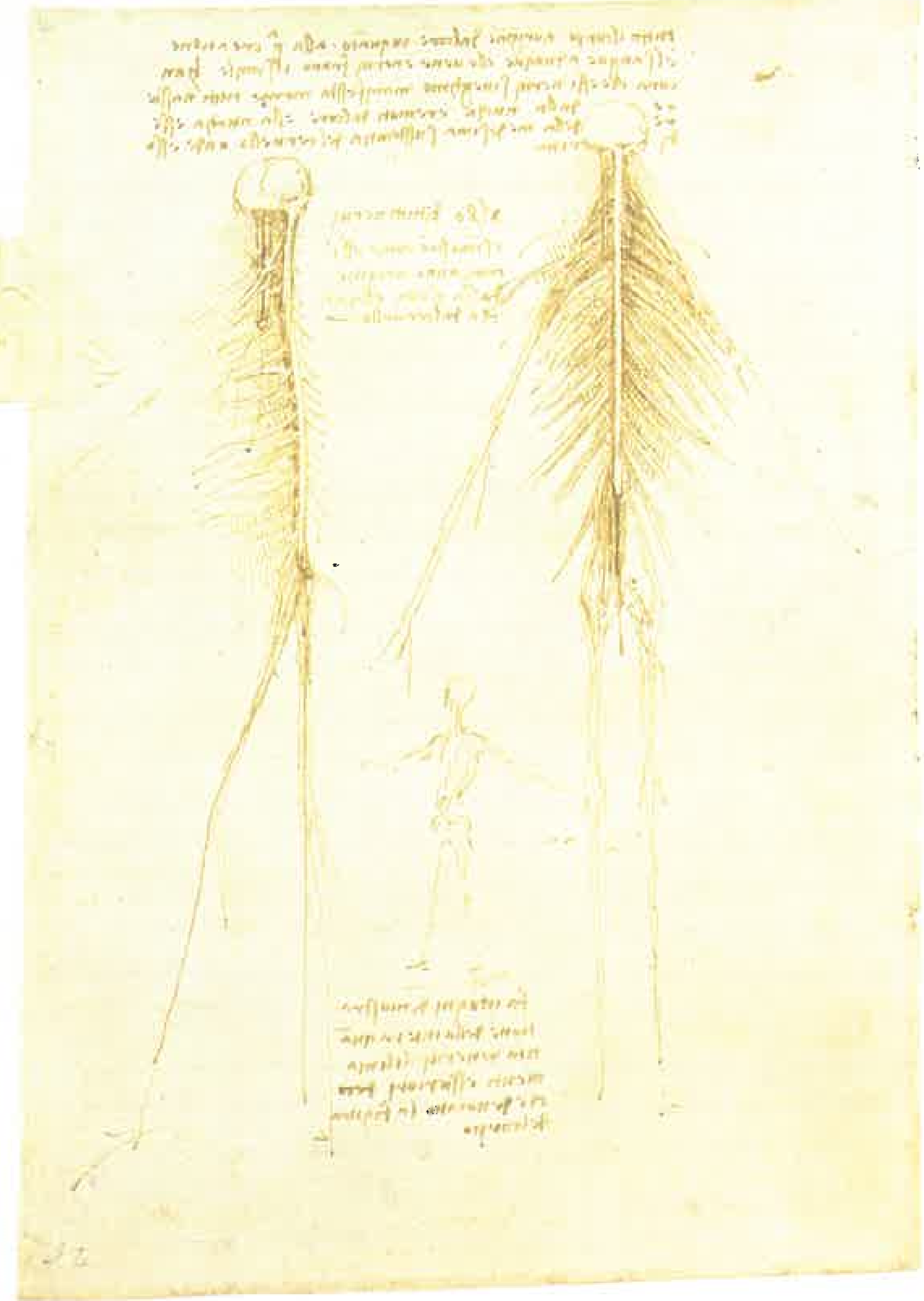
21B



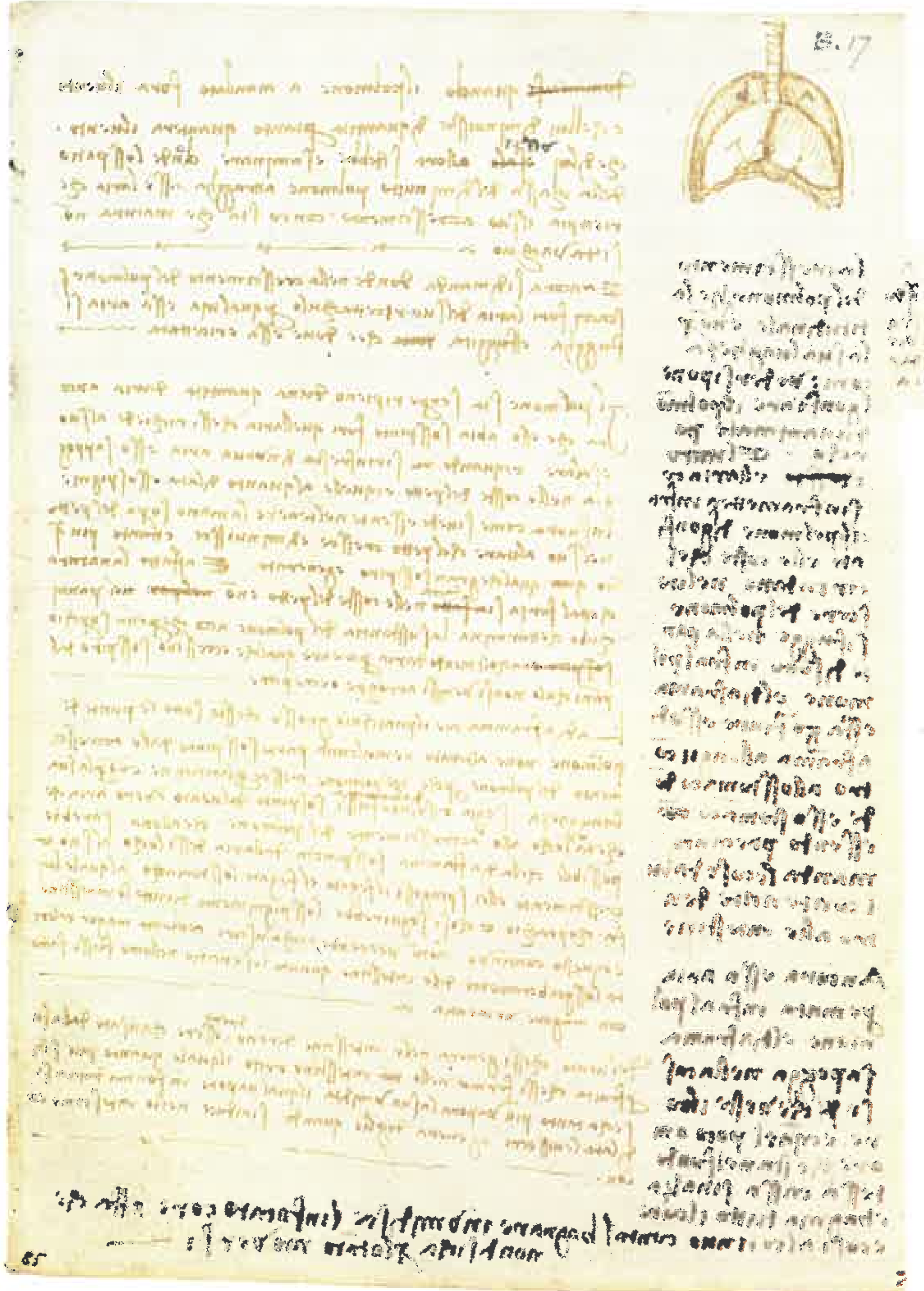
22A



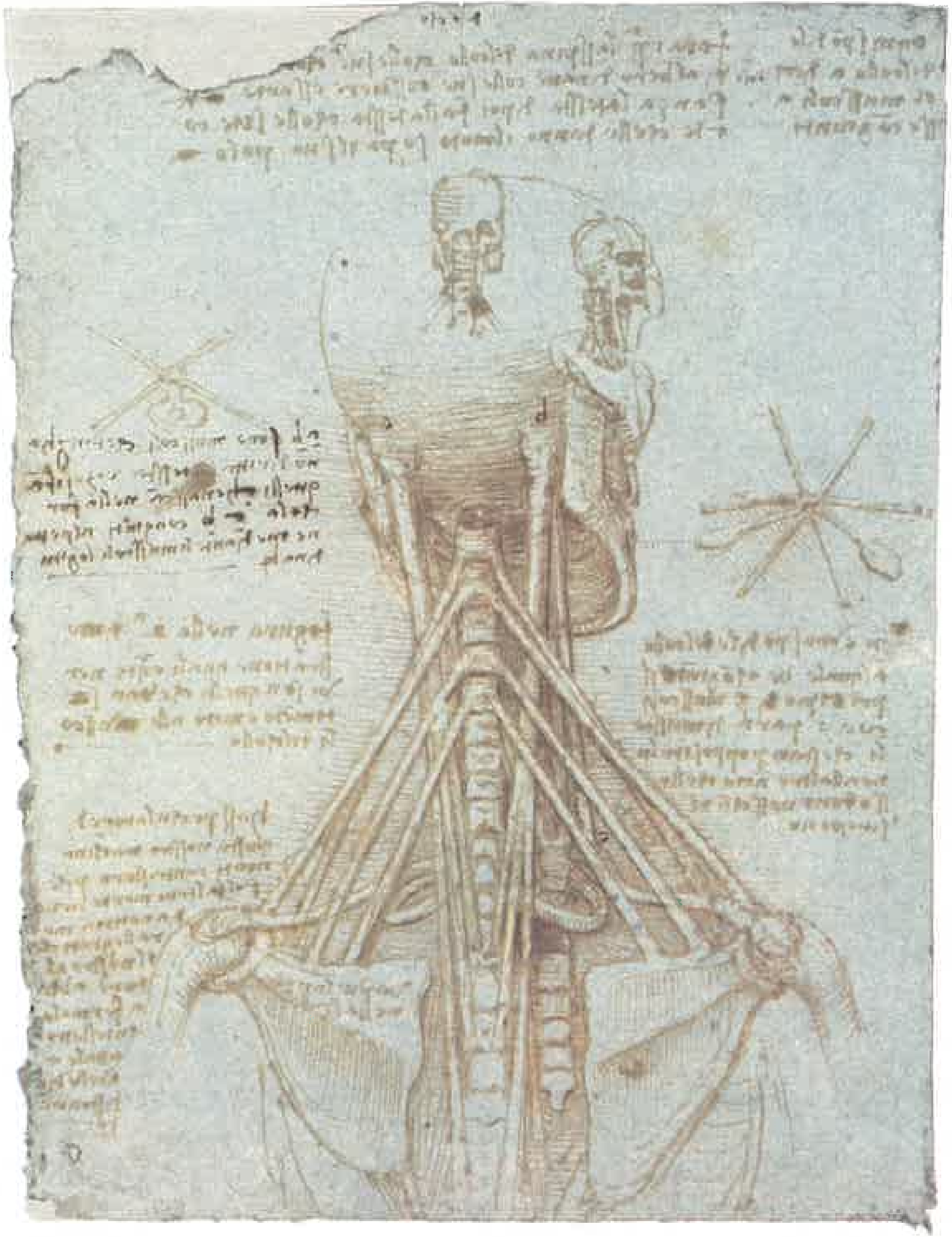
22B



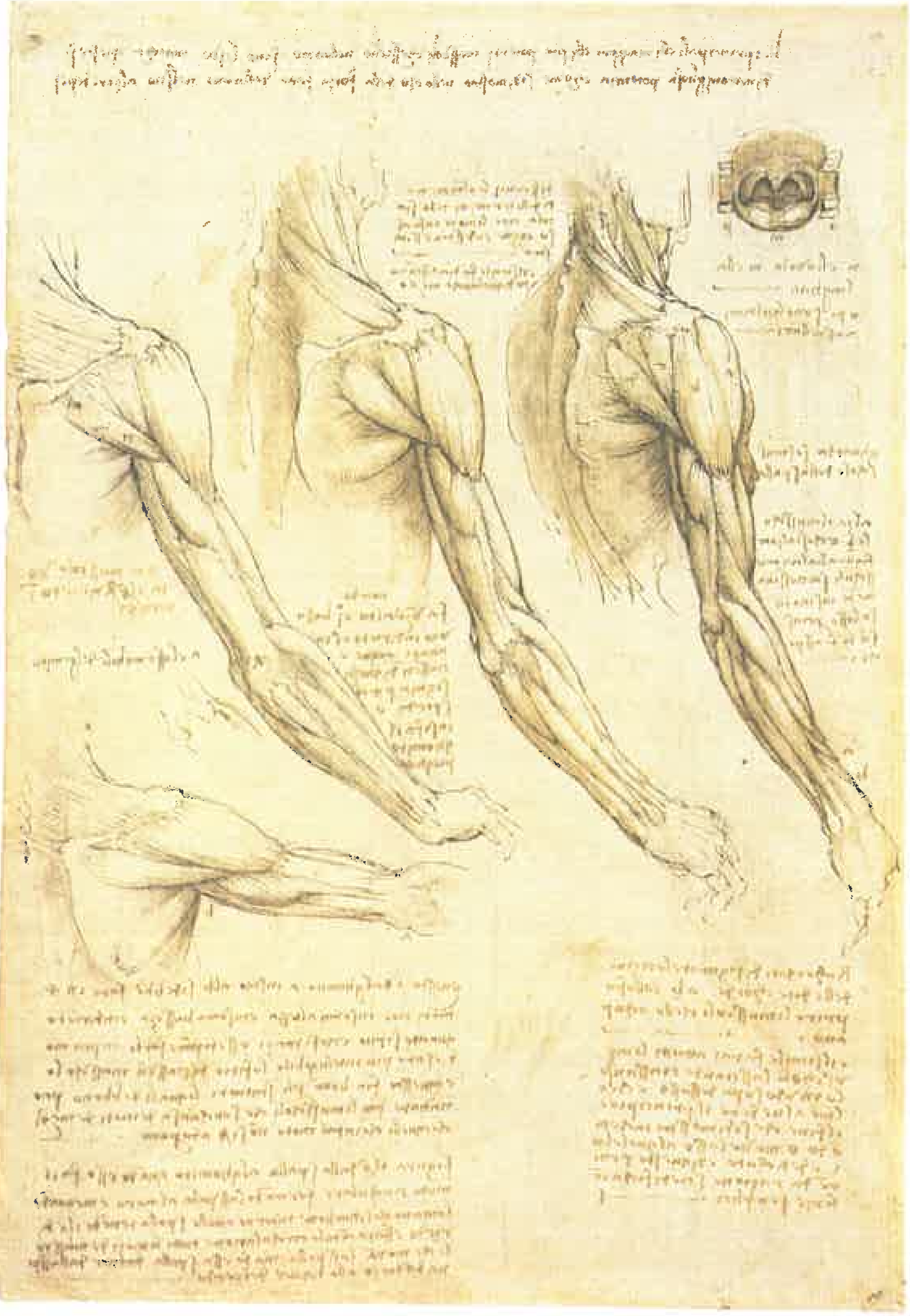
23A



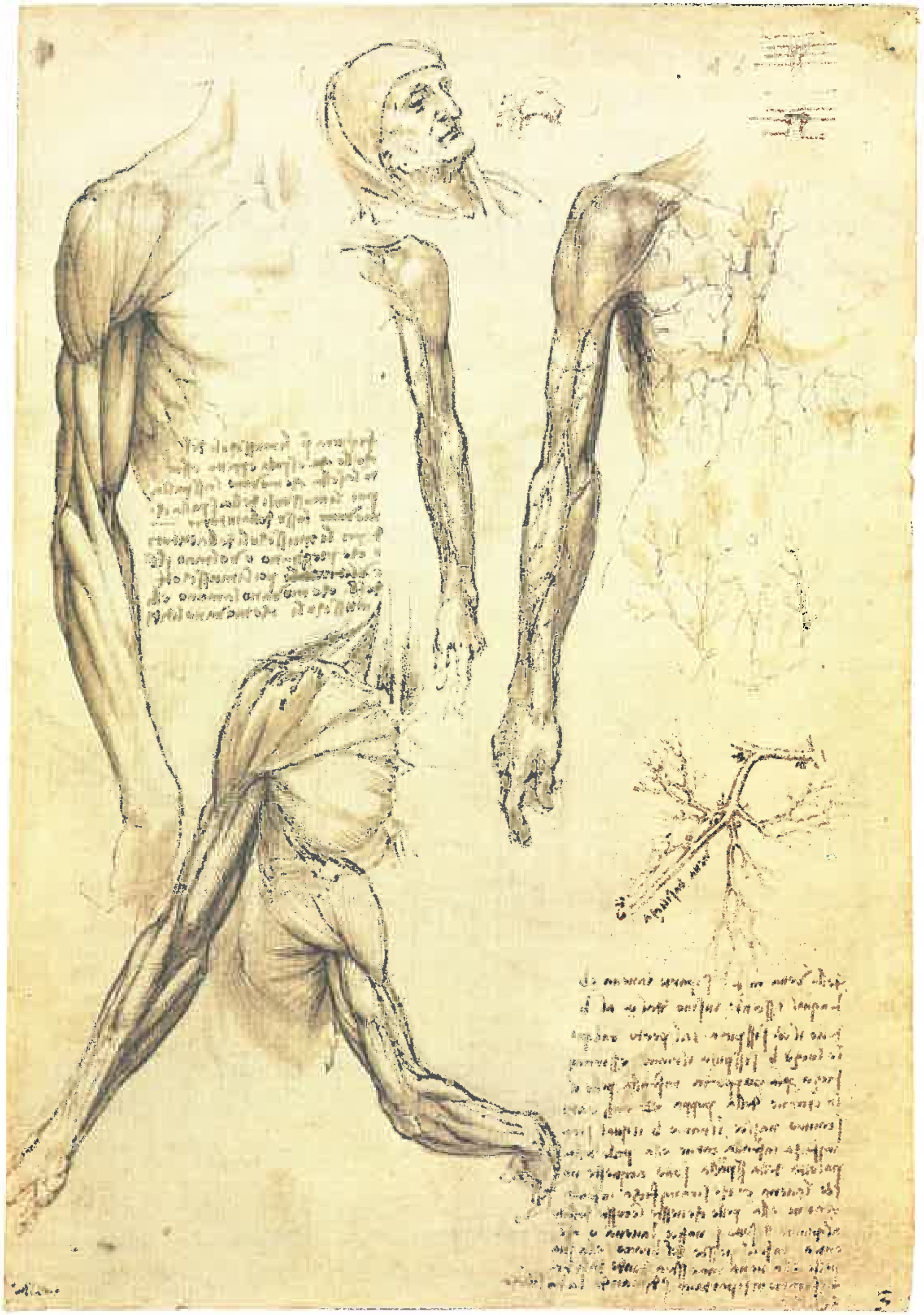
23B



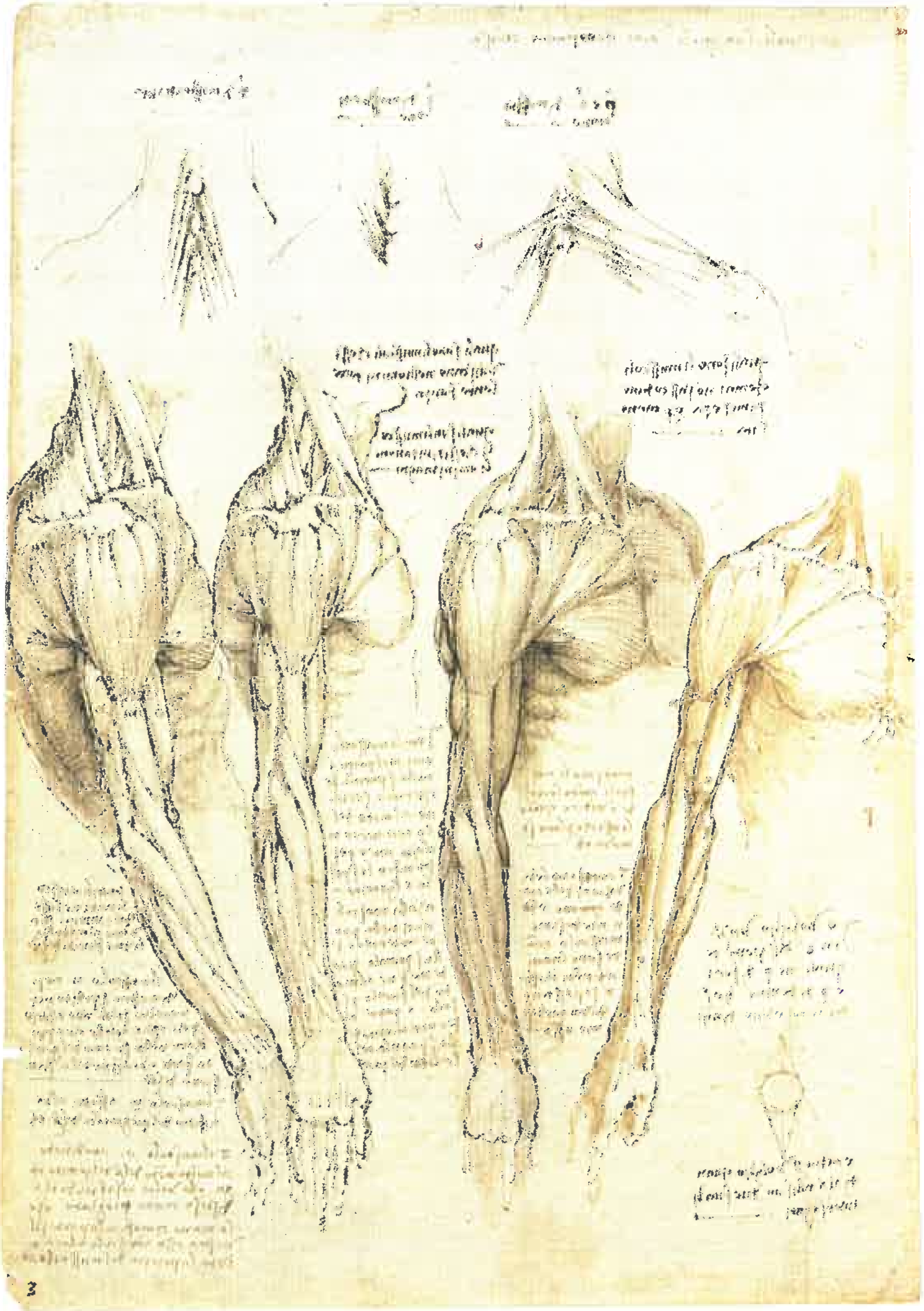
24



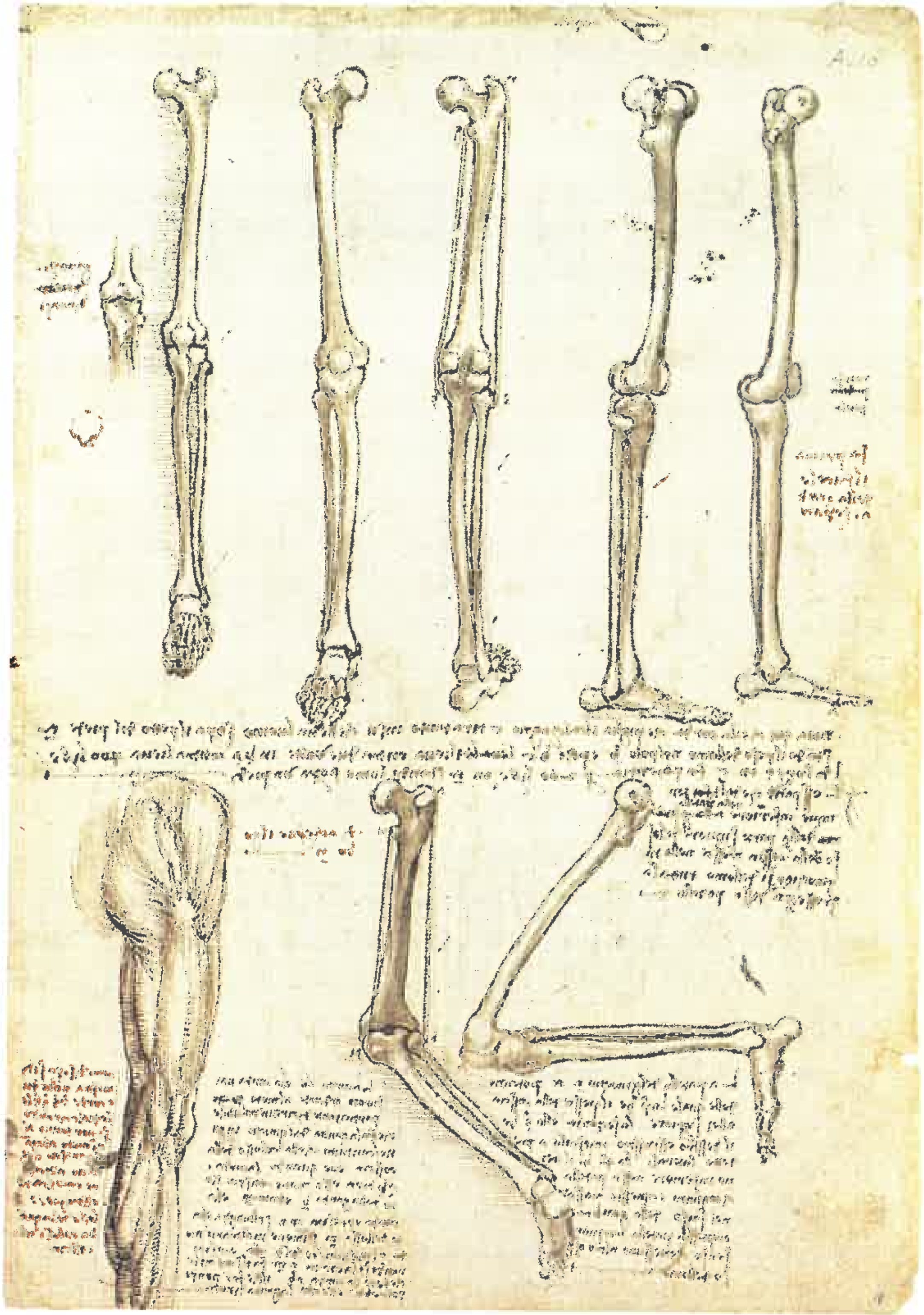
25A



25B



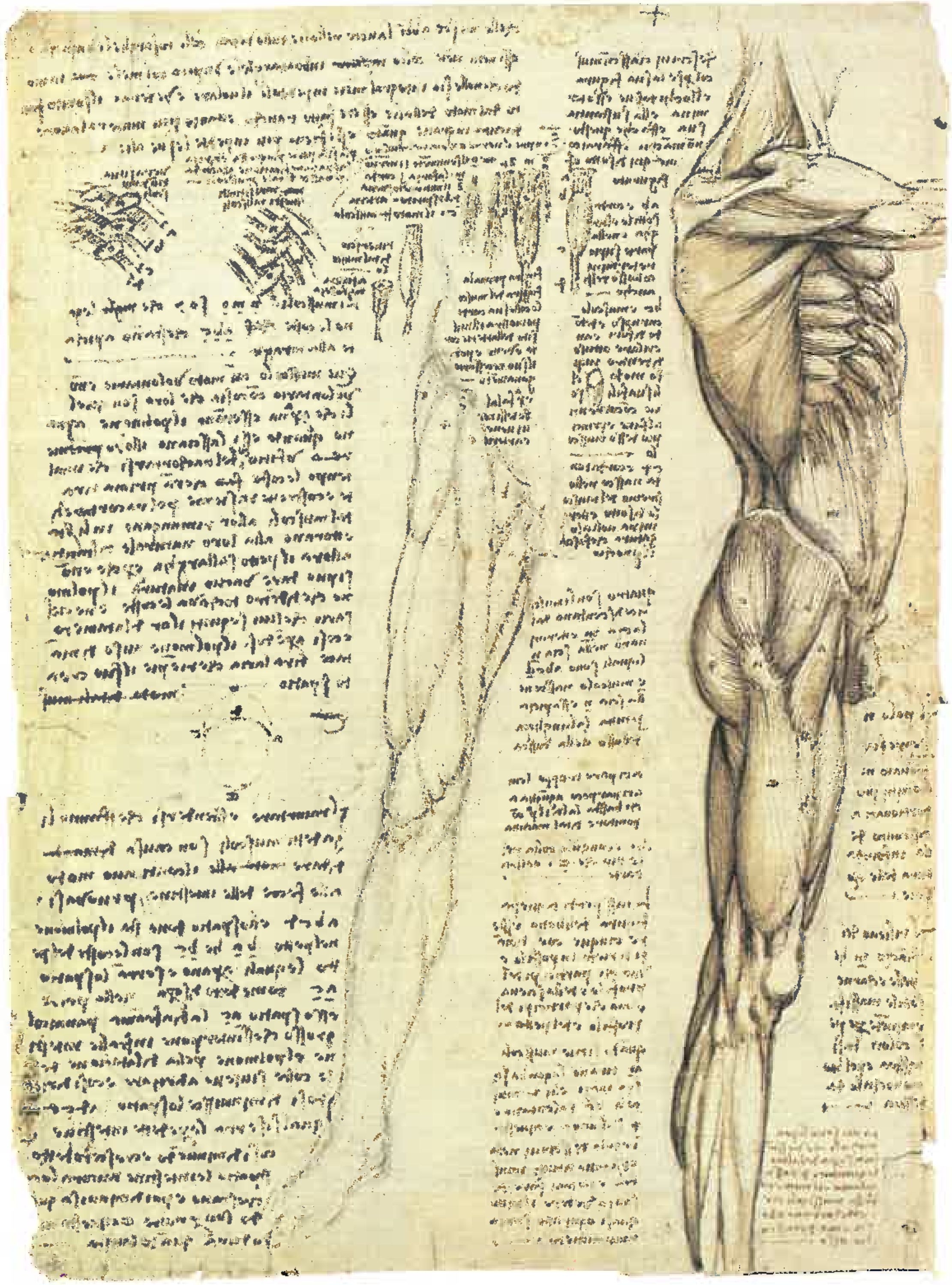
26A



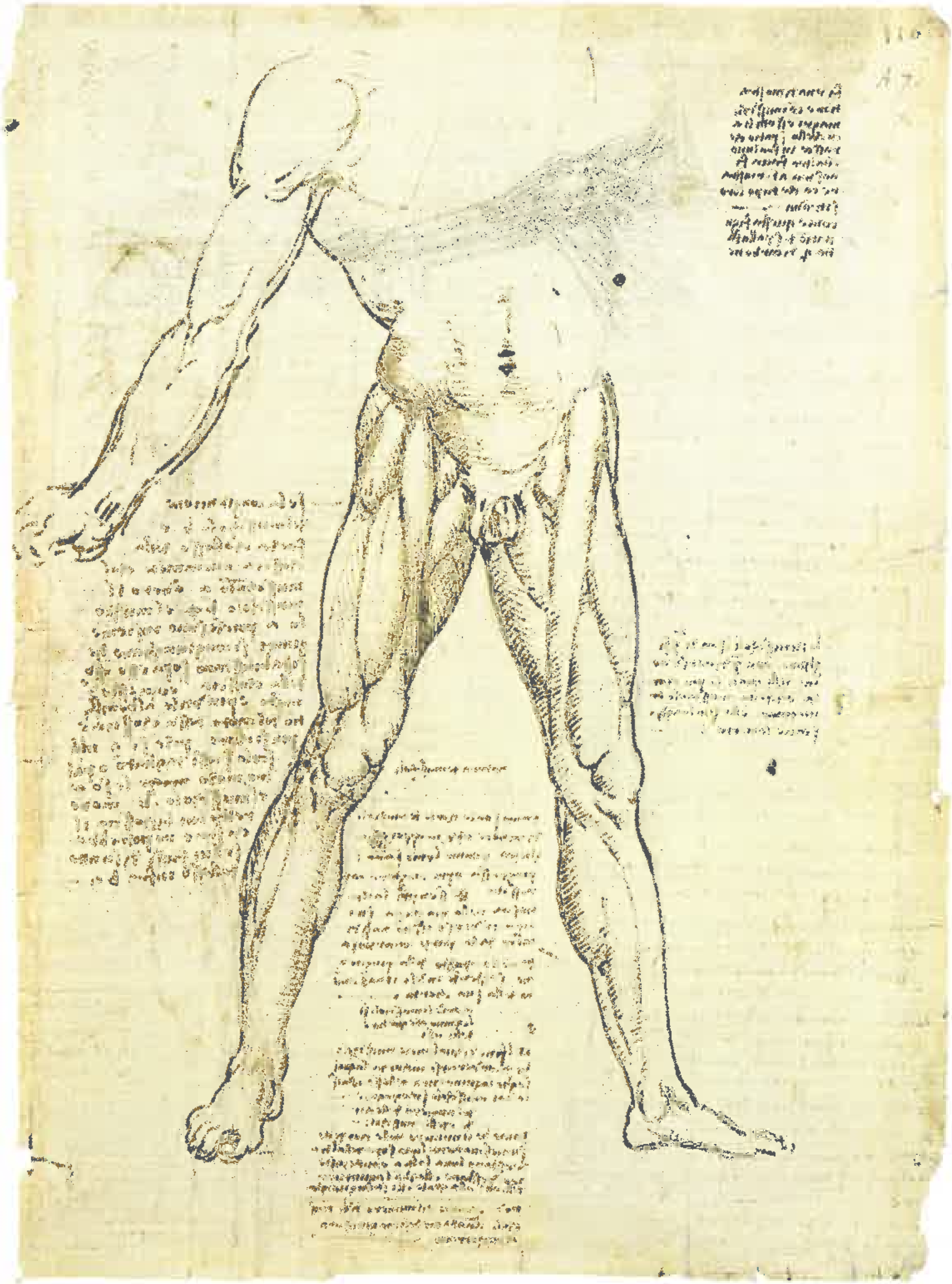
26B

27A

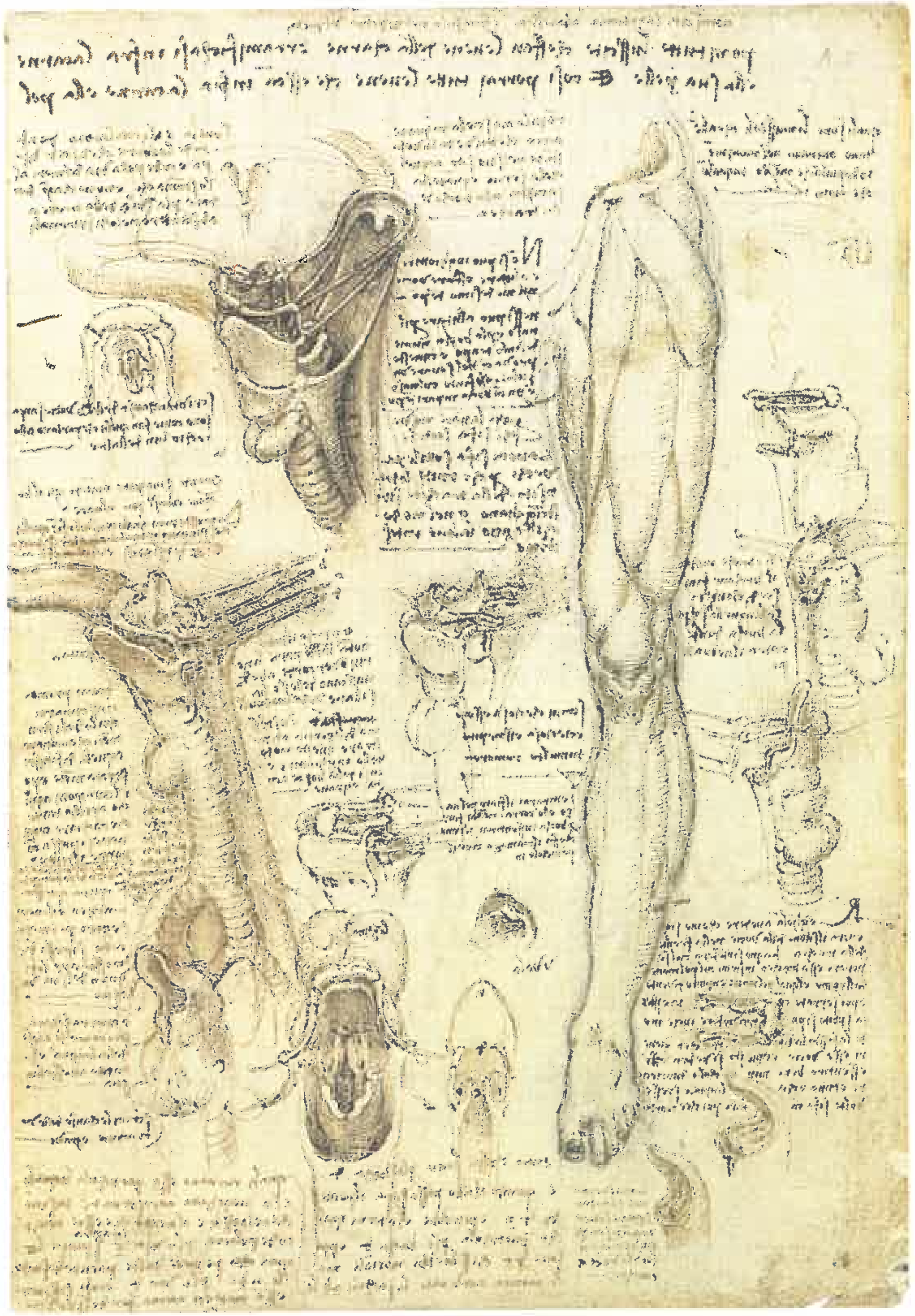
27B



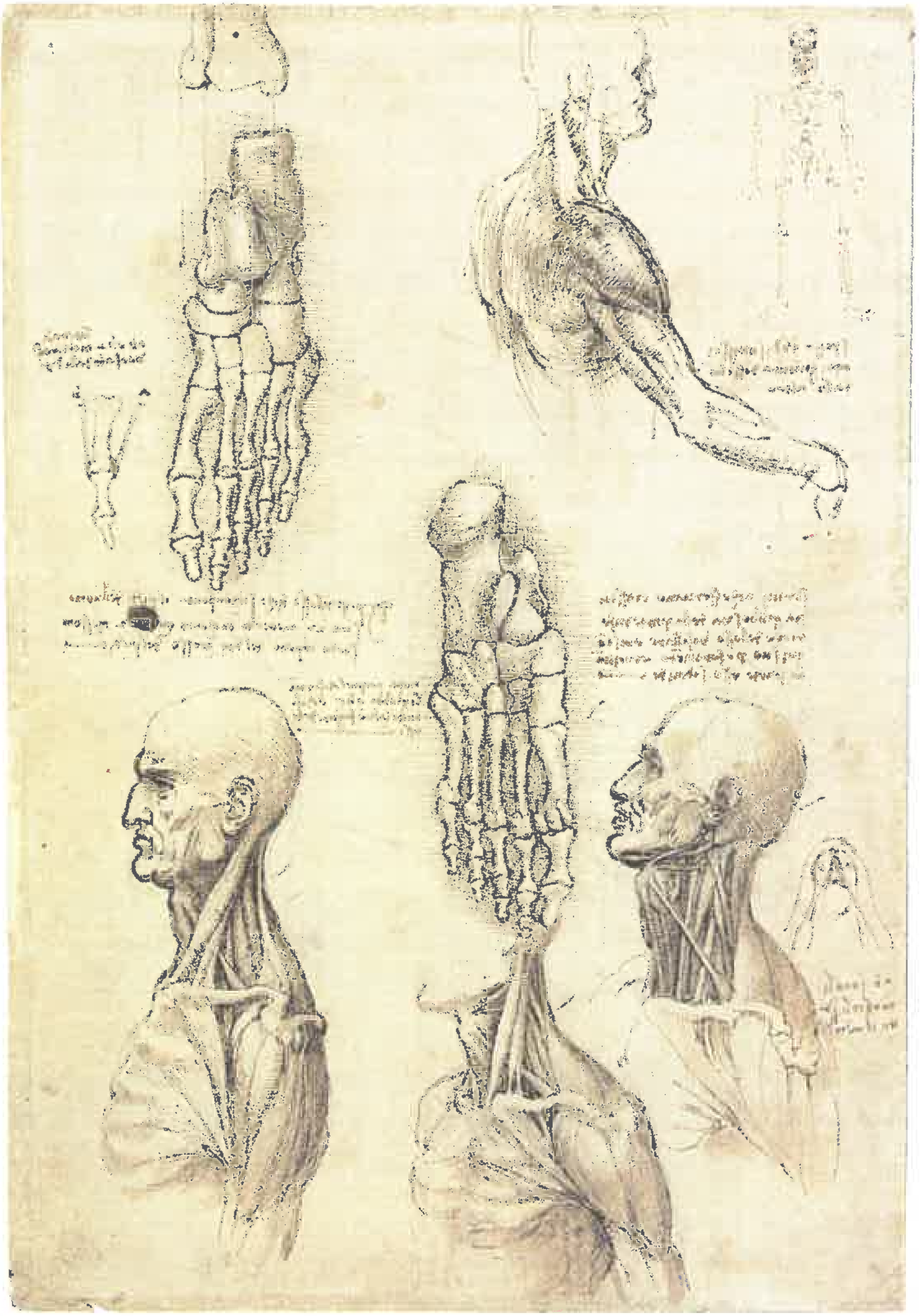
28A



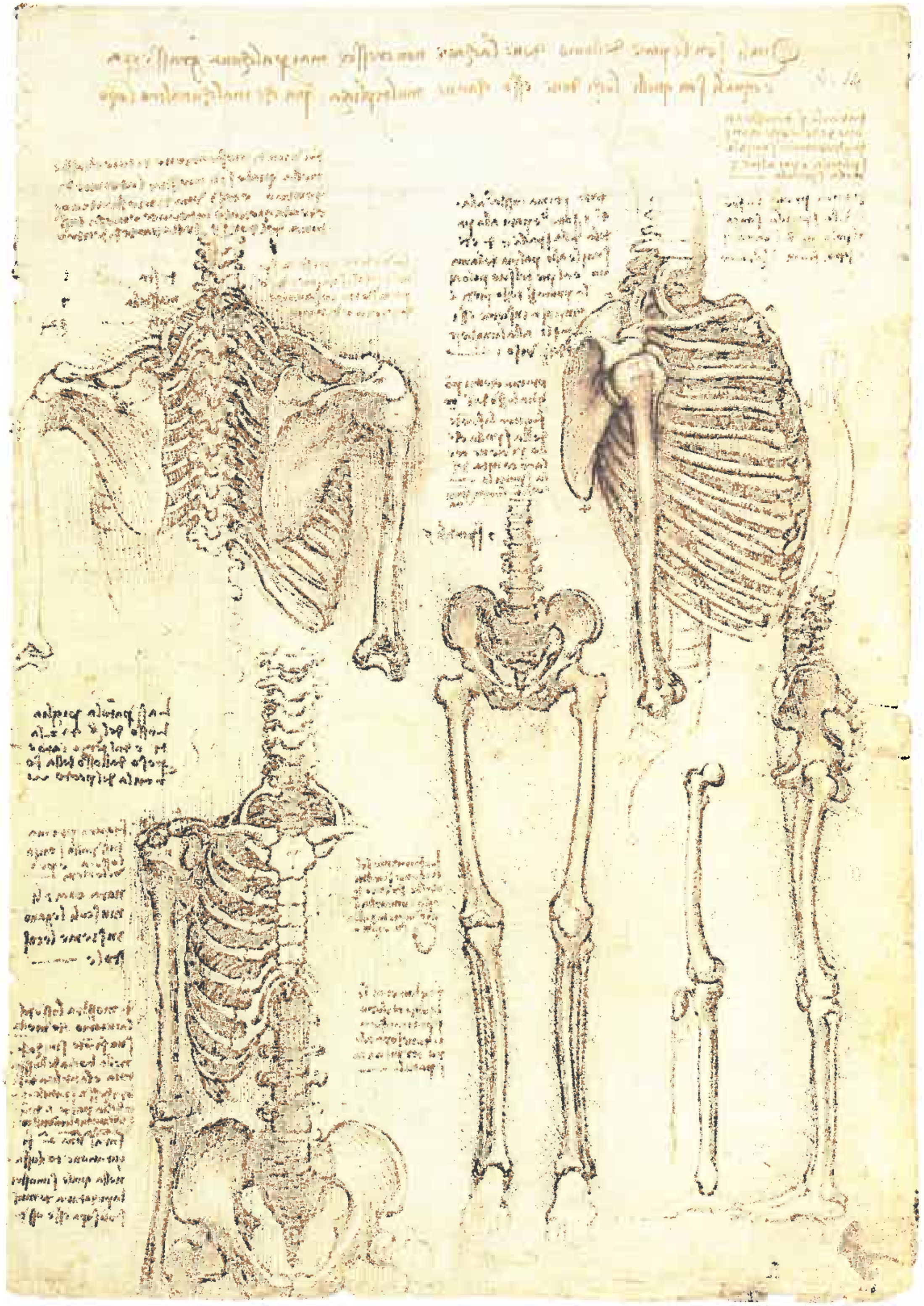
28B



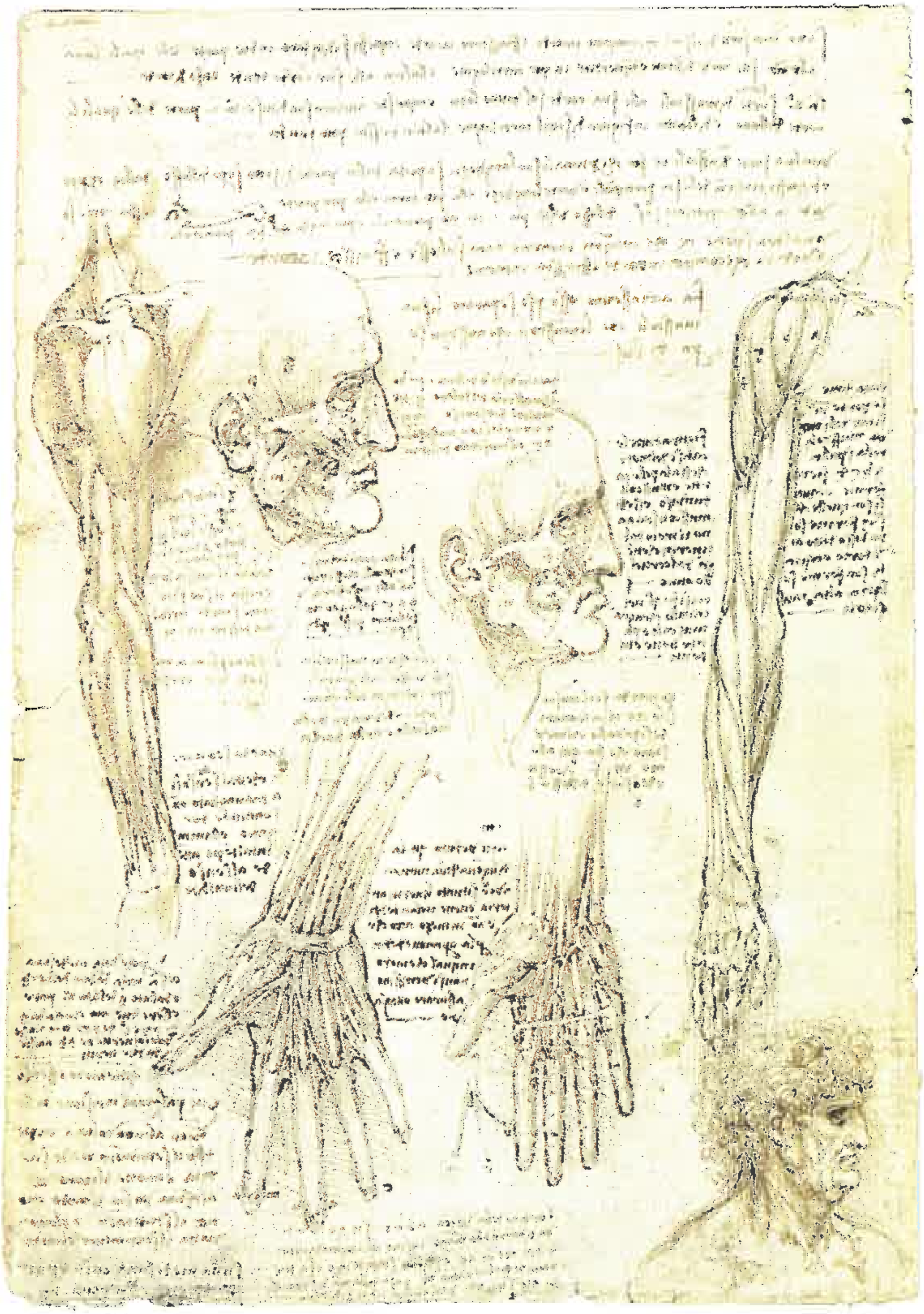
29A



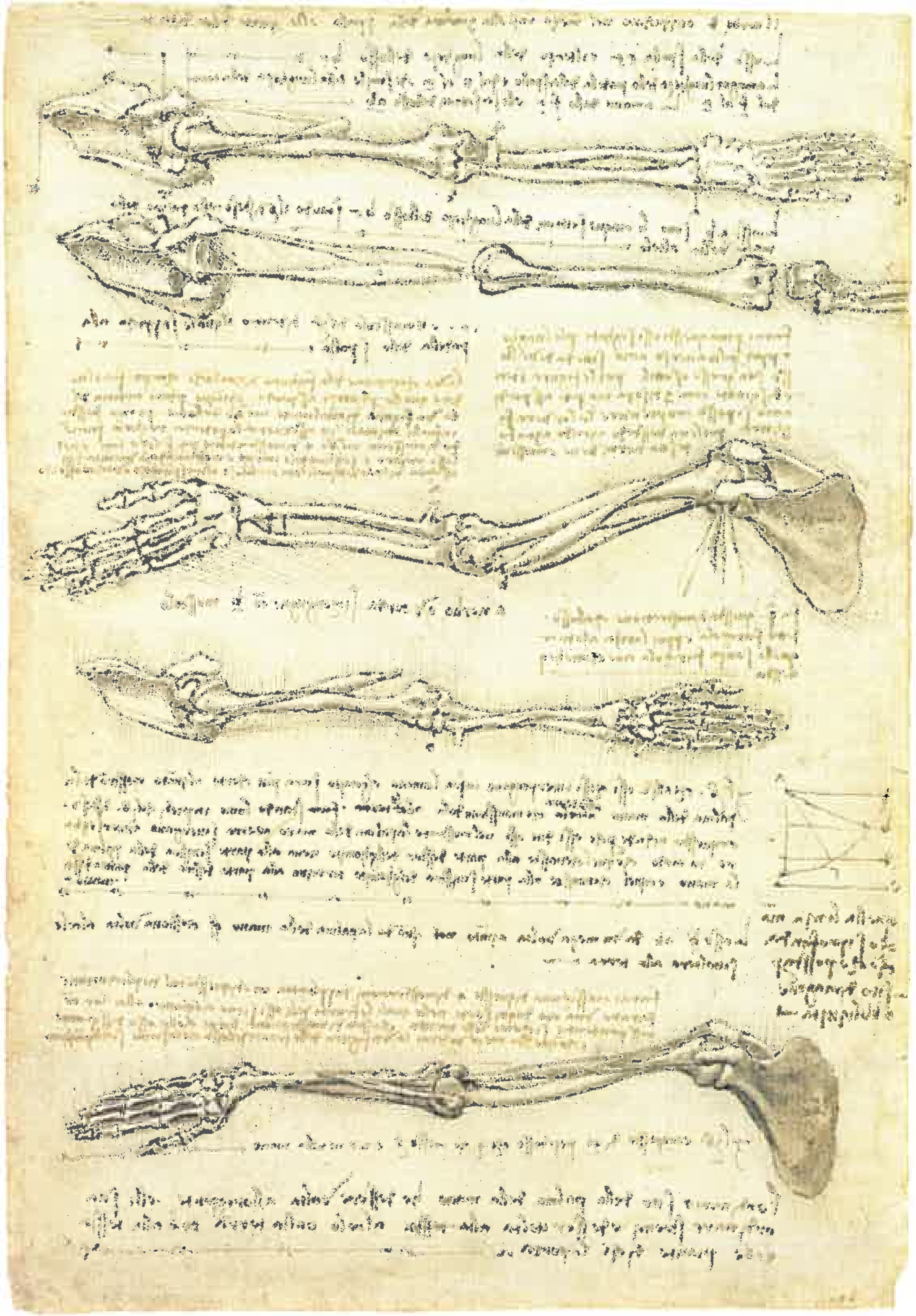
29B



30A

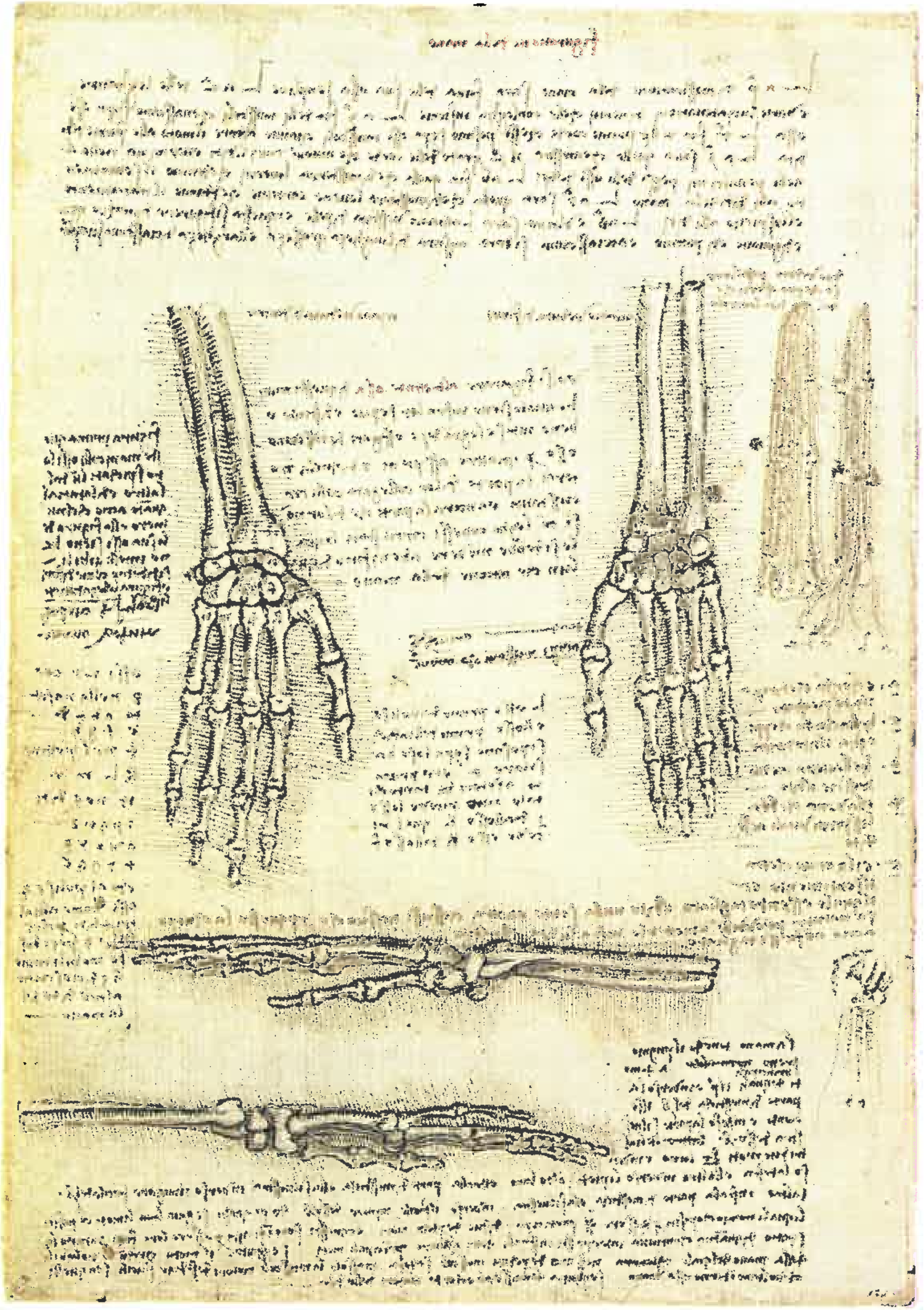


30B

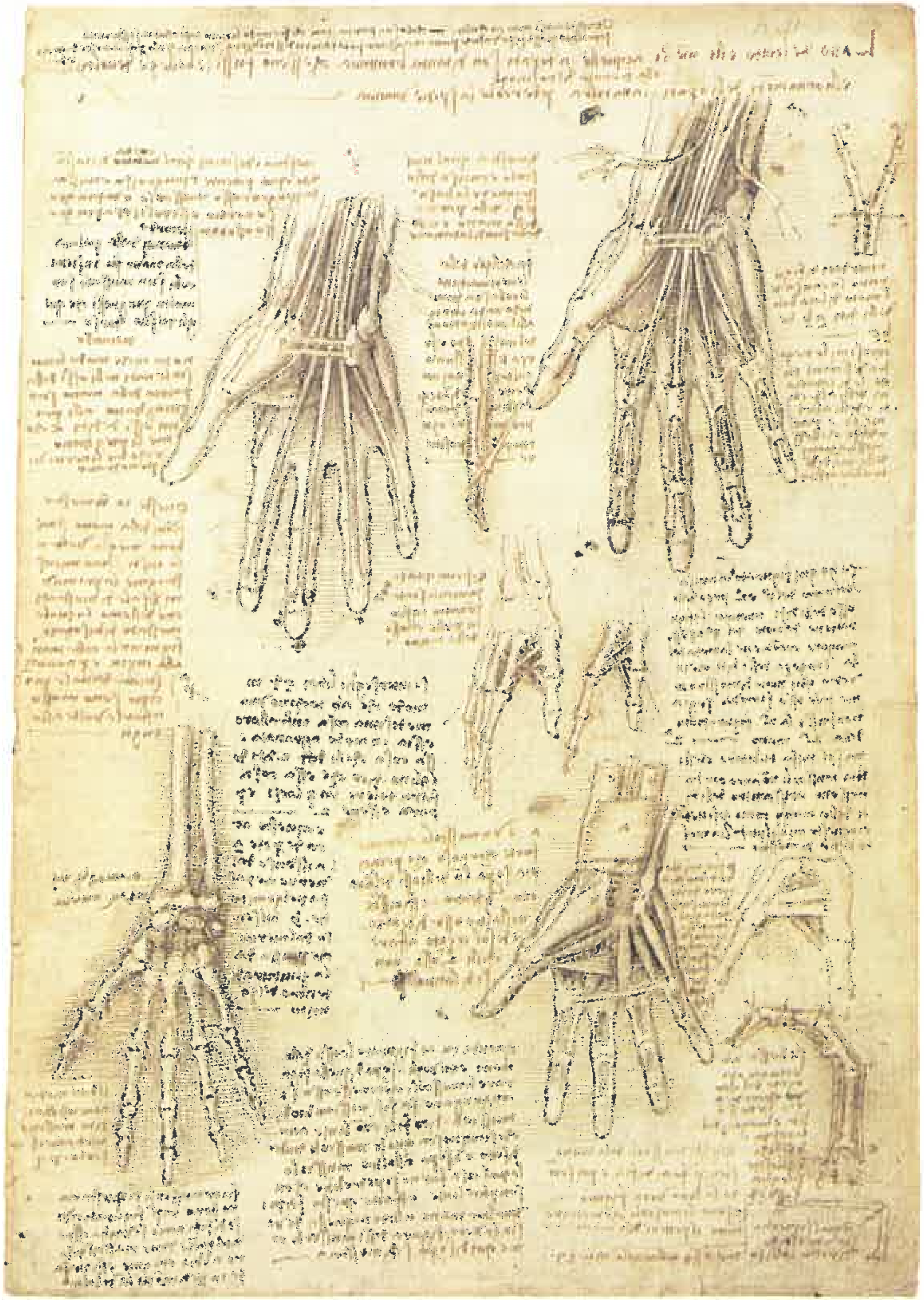


31A

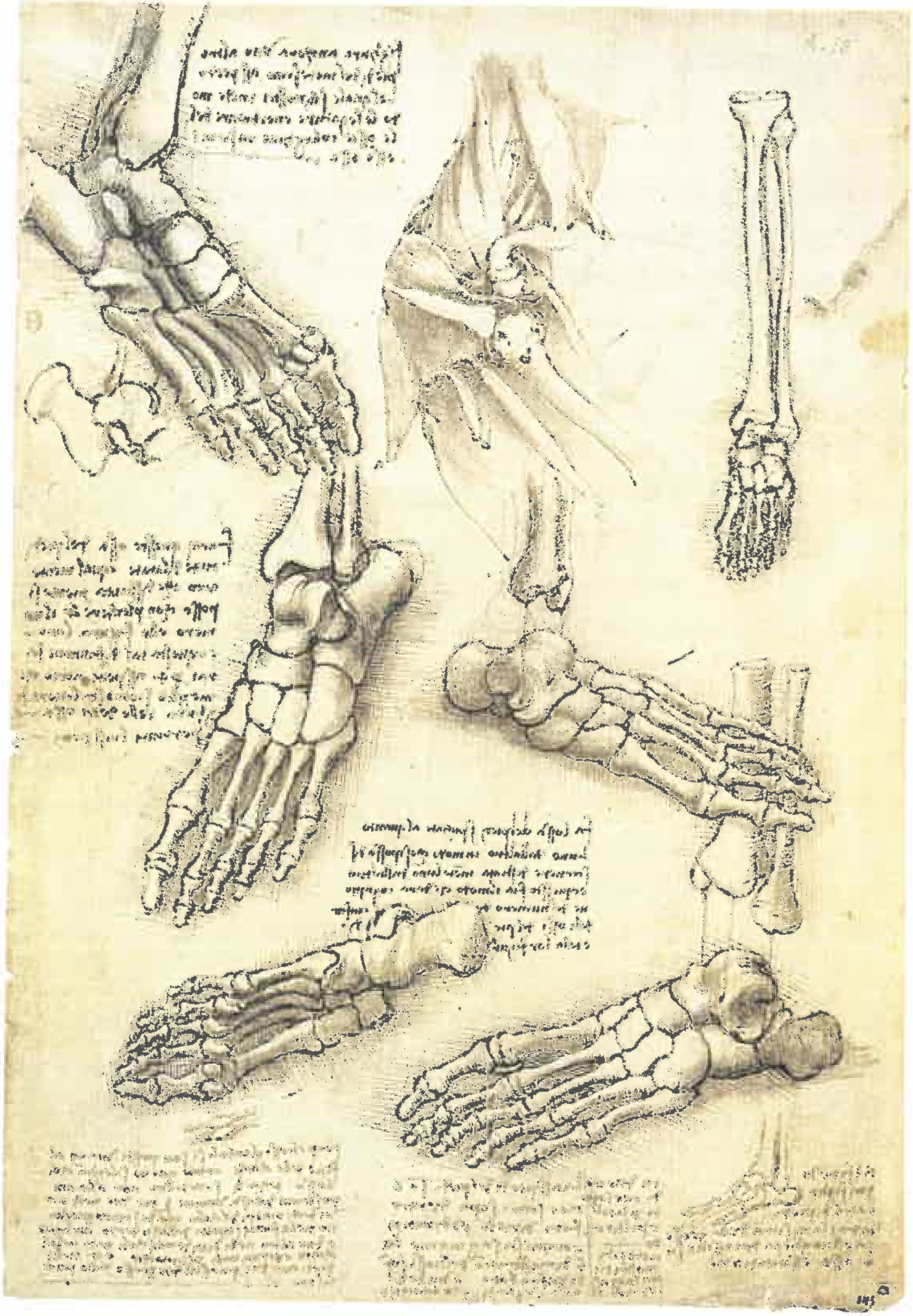
31B



32A



32B



33A

33B

IL CUORE

Fu soltanto negli ultimi anni di vita che Leonardo studiò il cuore in modo particolareggiato. I disegni delle cinque pagine di questa sezione sono tutti su carta blu dello stesso tipo e fanno parte di una serie di disegni di Windsor, uno dei quali datato 9 gennaio 1513. Tutti presentano dissezioni del cuore di bue, non del cuore umano.

Secondo le teorie che Leonardo ereditò dai predecessori (come Galeno e Mondino), il cuore consisteva di due ventricoli, separati dal setto interventricolare; le auricole, secondo questa concezione, altro non erano che appendici delle vene. Leonardo finì per confutare questa opinione, come pure l'idea che la temperatura del sangue fosse un fattore congenito (n. 35B).

Nell'indagine sul funzionamento del cuore Leonardo si rifece costantemente ai propri esperimenti sul flusso idrico. Essendosi dedicato alla costruzione di canali, egli aveva potuto osservare come si formino risucchi quando l'acqua sbocca da un condotto più esiguo in uno più ampio. Egli applicò questa scoperta al flusso del sangue attraverso le valvole del cuore. La sua ricerca si concentra in particolare sulla valvola aorta della quale costruisce un modello con relative cuspidi per vedere come vi passi l'acqua, e quindi il sangue (n. 38). Tuttavia, Leonardo non mise mai in dubbio la teoria medievale per cui il sangue scorre sempre alla periferia attraverso le vene e le arterie, e, contrariamente a quanto è stato spesso affermato, non scoprì la circolazione sanguigna.

34 *Il cuore e il polmone*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) su carta blu (287 × 203 mm.; K/P 162 r; RL 19071 r).

In questo foglio si osserva la trachea con le diramazioni dei bronchi, a loro volta accompagnati dalle arterie bronchiali, che hanno origine dall'aorta. Leonardo descrive sia le arterie bronchiali sia quelle polmonari, e discute sul perché la natura abbia provveduto due vie per l'afflusso del sangue al polmone: « Dètte tali vene e arterie alla trachea quali erano bastanti alla vita e al nutrimento suo, e gli altri rami grossi discostò alquanto dalla trachea per nutrire con più comodità la sostanza del polmone » (qui « trachea » è usata per indicare l'intero albero bronchiale).

A destra del disegno principale vi sono due minuscole figure, in forma di divisori, della « trachea minima », o bronchioli, disegnati dilatati e contratti, nei due momenti dell'inspirazione e dell'espirazione. La trachea, questa volta con particolare evidenza della elasticità dei suoi anelli, torna sul margine destro del foglio. In fondo al polmone Leonardo ha posto la lettera *n*, circondata da un cerchio e collegata ad una linea alla seguente nota: « La natura provvede alle rotture delle ramificazioni della trachea indurendo la sostanza della trachea fino

a farne una scorza come di gusci di noce, che è cartilaginosa; e tale durezza a modo di callo ripara a tale rottura, e dentro vi si ferma polvere e umore acqueo ». Con queste parole Leonardo ci offre una delle prime descrizioni della cavità tubercolare nel polmone.

Nel lungo brano che occupa la parte superiore sinistra del foglio l'artista ribadisce ancora una volta (lo aveva già fatto nel n. 20A) la necessità di una rappresentazione anatomica visuale, anziché della semplice descrizione verbale: « O scrittore, con quali parole descriverai l'intera figura con la perfezione con la quale lo fa qui il disegno? Per la tua ignoranza tu scrivi confuso e lasci poca cognizione delle figure vere delle cose; ti inganni credendo di soddisfare appieno l'uditore parlando di qualcosa di corporeo circondato di superfici. Ma io ti ricordo che tu non t'impicci con le parole se non per parlare agli orbi; e se pur vuoi dimostrare con parole agli orecchi e non agli occhi degli uomini, allora parla di cose o di sostanze o di nature e non ti immischiare in cose appartenenti agli occhi facendole passare per gli orecchi, perché sarai superato di gran lunga dall'opera del pittore. Con quante parole descriverai tu questo cuore se non riempiendo un libro, e quanto più scriverai minutamente, tanto più confonderai la mente dell'uditore, e sempre avrai bisogno di commentatori o di rifarti all'esperienza, che in voi è brevissima e da notizia di poche cose rispetto al tutto del soggetto del quale desideri conoscenza integrale ».

35A *Vene superficiali del cuore*

Penna e inchiostro bruno su carta blu (291 × 414 mm.; K/P 166 v; RL 19073-74 v).

In precedenza questo foglio si presentava piegato in due, con il n. 35B dalla parte esterna.

Le due figure principali, sulla sinistra, mostrano il cuore di un bue da due diverse angolature, in entrambe con la radice dell'arteria polmonare tagliata. Lateralmente all'arteria polmonare si osservano le due arterie coronarie (segnate con le lettere *a* e *b* nella figura a destra) che hanno origine dall'aorta. Dietro l'aorta vi sono la vena cava posteriore, girata verso l'alto, e la vena cava anteriore.

Più in alto si riconoscono figure del setto interventricolare del cuore, che mettono in mostra le pareti laterali dei ventricoli. Il setto rivestiva grande importanza nel sistema galenico perché attraverso i suoi pori parte del sangue che fluiva e rifluiva nel ventricolo destro passava nel ventricolo sinistro per essere raffinato e fluidificato, mentre gli spiriti vitali distribuivano nel corpo il calore necessario alla vita. Nell'angolo in alto a sinistra Leonardo annota: « Il sangue più si assottiglia dove esso più si sbatte, e questo sbattimento è causato dal flusso e riflusso del sangue dai due ventricoli interni del cuore ai due ventricoli esterni, detti orecchi o additamenti (appendici), che si dilatano e ricevono in sé il

sangue cacciato dai ventricoli interni. E i muscoli interni atti a restringersi sono della stessa natura nei quattro ventricoli, ma i muscoli esterni sono solo per i ventricoli interni del cuore, e per gli esterni sono soltanto una pelle continua, dilazionabile e costrittibile ».

I disegni sulla destra mostrano il cuore da diverse angolature con altri vasi tagliati per rendere più chiara la dimostrazione. Le figure piccole a metà circa del margine destro presentano l'anello di vasi sanguigni che circonda l'apice del cuore come una corona, traducendo così graficamente l'origine del loro nome, arterie « coronarie ». Al di sotto, vicino al margine destro, Leonardo scrive: « Il cuore visto dal lato sinistro avrà le sue vene e arterie che si intersecheranno come uno che faccia delle sue braccia croce; e sopra di sé avranno l'orecchio sinistro e dentro di sé la porta di triplicati vasi triangolari (cioè le valvole dell'aorta) e questa porta, quando aperta, resterà triangolare ». Sotto queste parole egli disegna le due valvole dell'aorta, quella destra con la didascalia « ap[er]ta », quella sinistra con la didascalia « serrata ».

35B *I ventricoli del cuore*

Penna e inchiostro bruno su carta blu (K/P 166r; RL 19073-74r).

I disegni sulla sinistra mostrano il cuore in sezione trasversale, con il « colatoio del cuore » [setto], situato tra il ventricolo destro in alto e il ventricolo sinistro in basso; la figura al centro in basso rappresenta lo stesso cuore in sezione longitudinale. I due disegni al centro, sempre nel lato sinistro del foglio, rappresentano, quello a destra, il cuore in diastole e quello a sinistra, il cuore in sistole. I muscoli papillari, che secondo Leonardo impediscono ai ventricoli di chiudersi completamente, sono visibili nei due disegni a sinistra e nel più basso dei disegni a destra, dove fanno rigonfiare la cavità ventricolare sinistra. Sopra il disegno inferiore Leonardo ha indicato (da sinistra a destra) le posizioni dell'arteria e dell'orifizio polmonari con la lettera *b*, la vena cava con auricola vestibolare destra con la *d*, l'aorta e l'orifizio di questa con la *a*, e la vena polmonare con l'auricola vestibolare sinistra con la *c*. Egli osserva che le valvole alla *a* e alla *b* si aprono verso l'esterno, mentre quelle alla *c* e alla *d* si aprono verso l'interno per la fuoruscita del sangue. La spinta del sangue nei punti *c* e *d* è contenuta dalle auricole, la cui dilatazione » fa sì che la percussione che fa in loro l'impeto della fuga del sangue non sia di troppa potenza ». Nella figura in basso a sinistra della parte ripiegata si può individuare, benché sbiadita, un'altra dimostrazione del battito cardiaco, con un'asta *a-b* in equilibrio nel punto *c* su un oggetto circolare. Il battito cardiaco sbilancia l'asta e crea la « levità accidentale ». Le note su questa parte del foglio riguardano i muscoli del cuore ed il modo in cui il sangue si riscalda. Si era fino ad allora ritenuto che la temperatura del sangue fosse un fattore congenito, ma Leonardo sostenne che essa veniva prodotta dall'attrito che il sangue produceva passando dagli atri in contrazione ai ventricoli e viceversa.

I disegni della parte destra del foglio presentano per la maggior parte dissezioni della valvola tricuspide, che è presentata in spaccato per mostrarne i lati (in alto appena sotto il centro), e del muscolo papillare, visto in spaccato da un lato (disegno superiore a destra) e molto di scorcio (disegno più in basso al centro).

36 *I ventricoli del cuore*

Penna e inchiostro bruno su carta blu (284 × 209 mm.; K/P 170 r; 19080 r).

I disegni di questo foglio presentano lo stesso contenuto di quelli dei nn. 35A e B. Le quattro figure lungo il margine superiore sinistro, indicate con i numeri da 1 a 4, mostrano la preparazione del cuore per il taglio che ha rivelato il setto interventricolare osservabile nel piccolo disegno del 35A.

I disegni al centro del foglio illustrano il ventricolo sinistro con la valvola mitrale (in alto e a sinistra) ed i muscoli papillari, dai quali traggono origine le corde tendinee. Questi disegni, che ricalcano colonne e volte di apparenza architettonica, furono concepiti da Leonardo per dimostrare che le cuspidi della valvola mitrale sono formate dalle spesse corde tendinee disposte a ventaglio nelle sottili e appiattite sezioni a foglia della valvola mitrale, la quale, chiusa, forma un carco in alto. Più in basso, si osservano figure degli orifizi cardiaci, mostrati insieme sulla superficie superiore del cuore, in basso a destra. Sono riconoscibili (da sinistra a destra) le valvole mitrale, aortica, polmonare e tricuspide. Un ingrandimento del contorno superiore della valvola mitrale a forma di *H* è visibile sulla sinistra, mentre sul margine inferiore del foglio si trova una veduta laterale della linea ad arco delle valvole mitrali in posizione chiusa.

37A *I ventricoli del cuore*

Penna e inchiostro bruno scuro su carta blu (221 × 311 mm.; K/P 116 v; RL 19118-19v).

Come il n. 35A, questo foglio era in precedenza piegato in due. Le due figure piccole a sinistra della piegatura mostrano la superficie del cuore (in alto), con i vasi coronari, e (in basso) vista dall'apice, per illustrare la zona occupata dal ventricolo destro. Più in basso si osservano tre disegni più grandi dell'interno del ventricolo destro con la valvola tricuspide, che spiegano (figura a destra) i muscoli pectinati dell'auricola (in basso a sinistra), il muscolo papillare visto attraverso l'orifizio della tricuspide (al centro) e le corde tendinee che da questa si irradiano. Nella figura a sinistra Leonardo ci informa che « A si congiunge con *A* ». I tre muscoli papillari con le corde tendinee vi appaiono chiari.

Sulla parte destra del foglio vi sono quattro figure dei ventricoli del cuore,

che mostrano gli orifizi atrio-ventricolari ed arteriali, ed un disegno della valvola mitrale e dell'orifizio aortico. I disegni del braccio in posizione supina e prona, in basso a sinistra, devono essere letti tenendo presenti le osservazioni di Leonardo fatte, a questo proposito, per esempio, nel n. 31A.

37B *Le valvole aortiche e i ventricoli del cuore*

Penna e inchiostro bruno scuro (K/P 116 r; RL 19118-19 r).

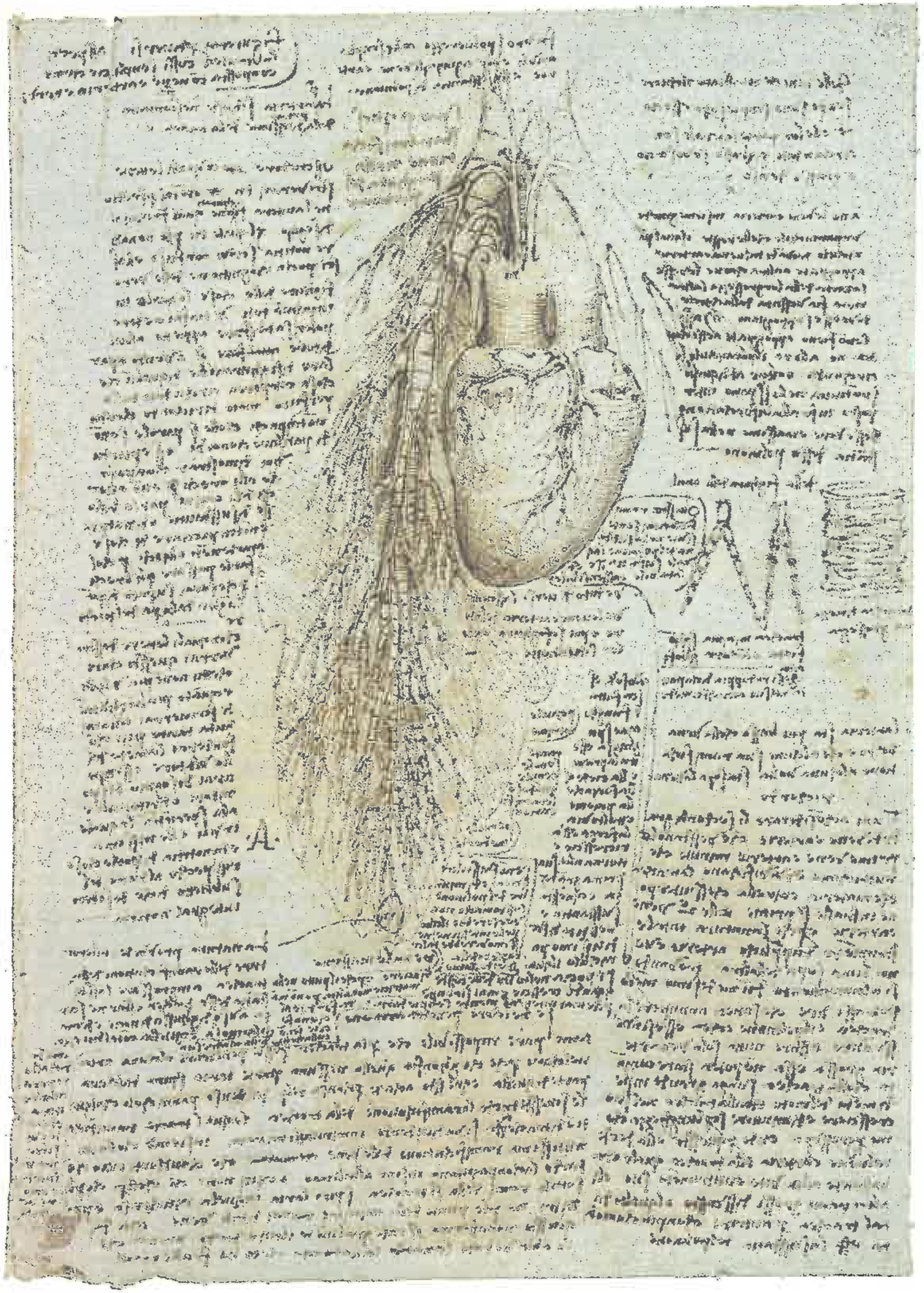
La parte sinistra di questa pagina tratta principalmente dei risucchi provocati dal sangue passando attraverso la valvola aortica. Nella parte destra l'indagine è invece localizzata sul ventricolo destro del cuore. In questi disegni Leonardo indica con grande chiarezza la fascia moderatrice che attraversa il ventricolo destro. L'immediato effetto di spazialità che si osserva può essere ascritto alla tecnica, che qui Leonardo descrive, di « gonfiare e legare » le varie cavità del cuore, « e così vedrai la figura ». L'ultimo disegno in basso su questa parte del foglio mostra la posizione della fascia moderatrice in rapporto al cuore nel suo insieme. Anche qui il cuore dissezionato è quasi certamente quello di un bue, nel quale la fascia moderatrice ha maggior prominenza che nel cuore umano.

38 *Il flusso del sangue attraverso l'aorta*

Penna e inchiostro bruno scuro (due tonalità) su carta blu (283 × 205 mm.; K/P 171 r; RL 19082 r).

Lo schizzo dell'aorta nell'angolo in alto a destra circonda una nota nella quale Leonardo detta istruzioni per un modello in vetro che permetta di osservare il flusso dell'acqua e, quindi, del sangue, attraverso l'aorta. Scrive Leonardo: « una forma di gesso da gonfiare e un vetro dentro questa, sottile, e poi romperlo da capo a piedi in *a-n*. Ma prima versa la cera nella porta del cuore di un bue, così che puoi vedere la vera figura di questa porta ». A sinistra, si osservano alcuni progetti del modello dell'aorta con cuspidi mobili della valvola aortica destinate ad esservi inseriti.

Nel disegno stilizzato sul margine destro (sotto lo studio dell'aorta) le cuspidi della valvola che si chiude vengono paragonate al pennone e alle vele di una nave che si gonfiano sotto la pressione del sangue retrostante, nella sistola ventricolare. Dice Leonardo: « da' nome alle corde che aprono e serrano le due vele, cioè chiamerai la principale braccio femminella, poi argano eccetera ». Più in basso, vi sono disegni dei risucchi che il sangue forma passando attraverso la valvola aortica e chiudendone le cuspidi di lato, non dall'alto. Se la pressione del sangue si esercitasse dall'alto determinerebbe lo schiacciamento delle cuspidi della valvola, come illustra lo schizzo sul margine superiore del foglio.

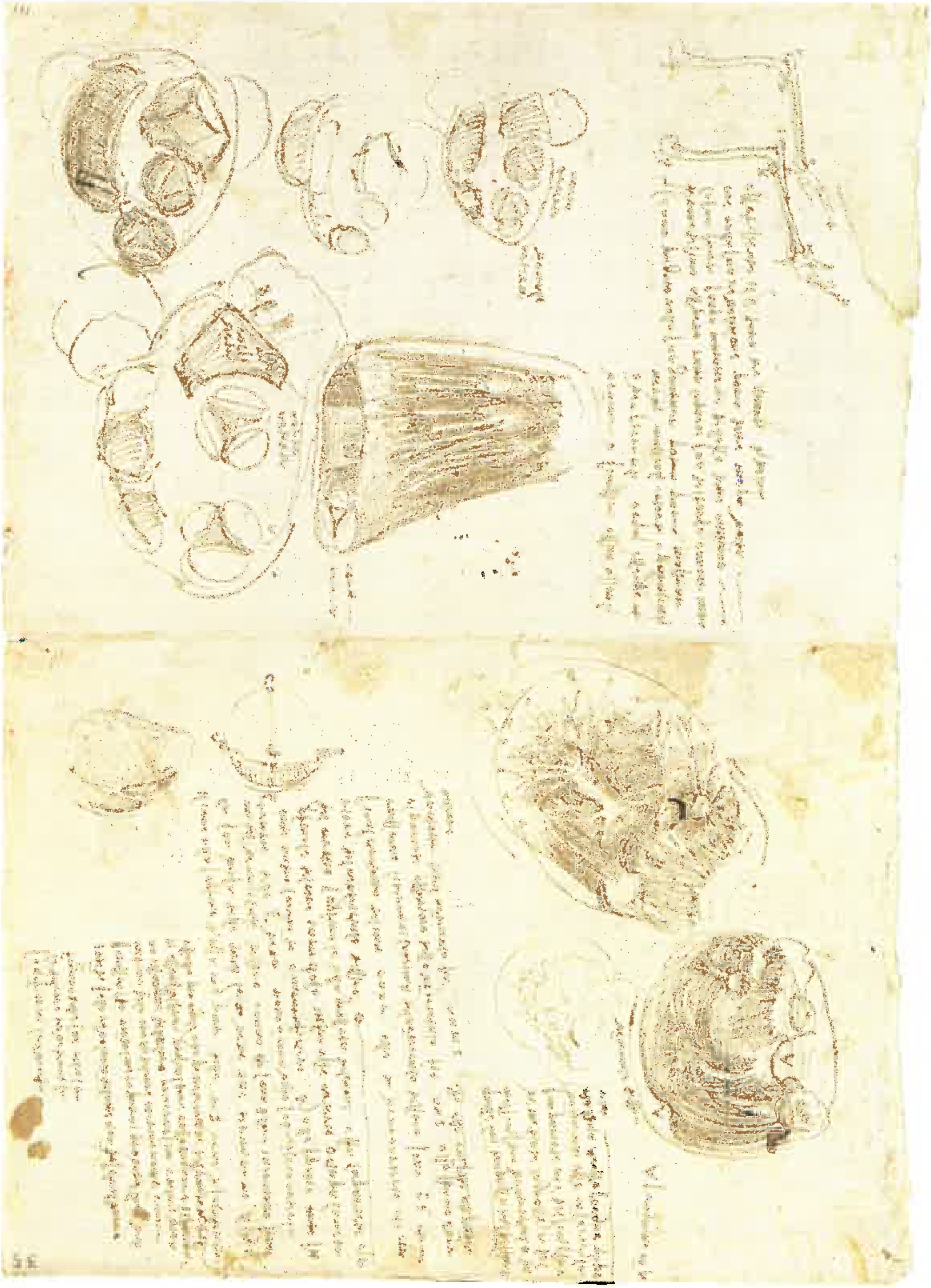


34

35A

35B

36



37A

37B

38

ANATOMIA COMPARATA

Scopo di questa sezione è di mostrare come Leonardo praticò dissezioni di animali per approfondire le proprie nozioni di anatomia umana. Doveva certo essere più facile procurarsi corpi di animali domestici o selvatici che non corpi umani, e fu per lo più su animali che Leonardo esercitò per tutta la vita la propria indagine. Le pagine iniziali della sezione « I primi studi anatomici » (v. pp. 26 sgg) contengono parecchi disegni di arti di animali. Il cervello iniettato (n. 10), uno degli studi del feto nell'utero (n. 15A) e tutti i disegni del cuore (nn. 34-38) prendono a modello organi di bue o di mucca, mentre molti degli studi del polmone (per es., il n. 14) si servono dell'apparato di un suino. Leonardo era ben consapevole dei parallelismi tra l'anatomia animale e quella umana. I disegni di gambe umane e di cavallo del n. 42 ne offrono una conferma. Tuttavia, egli fu pienamente consapevole che tale confronto comportava talvolta di necessità qualche adattamento, come risulta, per esempio, da questa nota: « Per equiparare l'ossatura del cavallo a quella dell'uomo farai l'uomo in punta di piedi nella figurazione delle gambe » (v. anche il commento al n. 49A).

Né Leonardo ignorava l'esistenza di differenze anatomiche tra l'uomo e gli animali, come esplicitamente ammette più volte, per es., in un appunto del n. 13B: « Scrivi le varietà degli intestini della specie umana, scimmie e simili. Poi scrivi in che modo si varia la specie leonina, poi la bovina e da ultimo gli uccelli. E fa tale descrizione a uso di discorso ». Non pare che questo « discorso » sia giunto fino a noi. Sia il n. 13B che il n. 42 dovrebbero appartenere alla prima decade del XVI secolo, quando Leonardo si occupò precipuamente di anatomia comparata.

39 *Quattro studi di ossatura di un'ala d'uccello*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità), su carboncino (224 × 204 mm.; K/P 187 v; RL 12656 r).

Il più intenso impegno di Leonardo nello studio del volo degli uccelli si registra nel secondo soggiorno fiorentino, dopo il 1499. Le sue ricerche in questo campo sono sintetizzate nel trattatello *Sul volo degli uccelli* del 1505, oggi custodito nella Biblioteca Reale di Torino (v. l'Edizione Fac-simile, con trascrizioni, note e indici a cura di A. Marinoni, Giunti Barbèra, Firenze 1977). Questo foglio è probabilmente posteriore di parecchi anni e contemporaneo agli studi del cuore del 1513-14 circa.

Questi disegni presentano le dissezioni di un'ala di uccello e rivelano muscoli e nervi, mentre le note si occupano della struttura e della dinamica dell'ala. Su un altro foglio (n. 33B) Leonardo osserva che la forza posseduta dall'ala d'uccello è dovuta al fatto che, come nell'uomo, « Nessuno movimento della mano o dei suoi diti è fatto da muscoli che siano dal gomito in su...; tutti i muscoli

che abbassano le ali nascono nel petto, il quale in sé ha maggior peso che non tutto il resto dell'uccello ».

Gli studi di ala d'uccello erano logicamente connessi col problema del volo. Nel corso dell'ultimo ventennio del Quattrocento Leonardo inventò diversi dipi di ornitottero a propulsione umana, convinto che l'uomo avesse forza muscolare e abilità sufficienti ad emulare gli uccelli. Qualche anno dopo, certamente prima dell'epoca in cui questi disegni furono eseguiti, egli abbandonò tali progetti.

40 *Zampa posteriore di orso*

Punta di metallo con penna e inchiostro bruno, con tocchi in biacca, su carta preparata in blu (161 × 137 mm.; K/P 12 r; RL 12372 r).

Questo disegno fu originariamente catalogato come zampa di mostro, mentre è oggi opinione comune che rappresenti la zampa posteriore di un orso. Leonardo accenna alla caccia all'orso nella valle di Chiavenna in una pagina del *Codice Atlantico*, databile verso il 1490-93, ed è probabile che questo disegno appartenga allo stesso periodo. Leonardo aveva grande interesse per la struttura di legamenti e ossa delle zampe anteriori e posteriori di animali. Circa diciotto anni dopo scriverà infatti (K/P 154 r, RL 19061 r): « Farai poi un discorso delle mani di ciascun animale per mostrare in che si variano; come nell'orso, che ha la legatura delle corde dei diti del piede sopra il collo del piede stesso ».

41 *Torace di un bue*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) e sanguigna, su tracce di carboncino (280 × 205 mm.; K/P 185 v; RL 19108 v).

Leonardo fu costantemente attratto dal complesso meccanismo dei muscoli delle costole e della spina dorsale. Intuiva che in tale parte rimanevano questioni da risolvere. In questa serie di disegni egli studia il problema attraverso la dissezione di un bue. I disegni lungo la parte sinistra del foglio hanno, infatti, per titolo la parola « bo », cioè bove. Il disegno in posizione centrale lungo il margine mostra il *longissimus dorsi* di un bue che, partendo dall'orlo del pelvi, sale nella forma di quello che Leonardo chiama un muscolo « composto » fino alle vertebre superiori del torace. Vi si trova anche la sottolineatura della similitudine con gli stralli dell'albero di una nave, già menzionato nel n. 24.

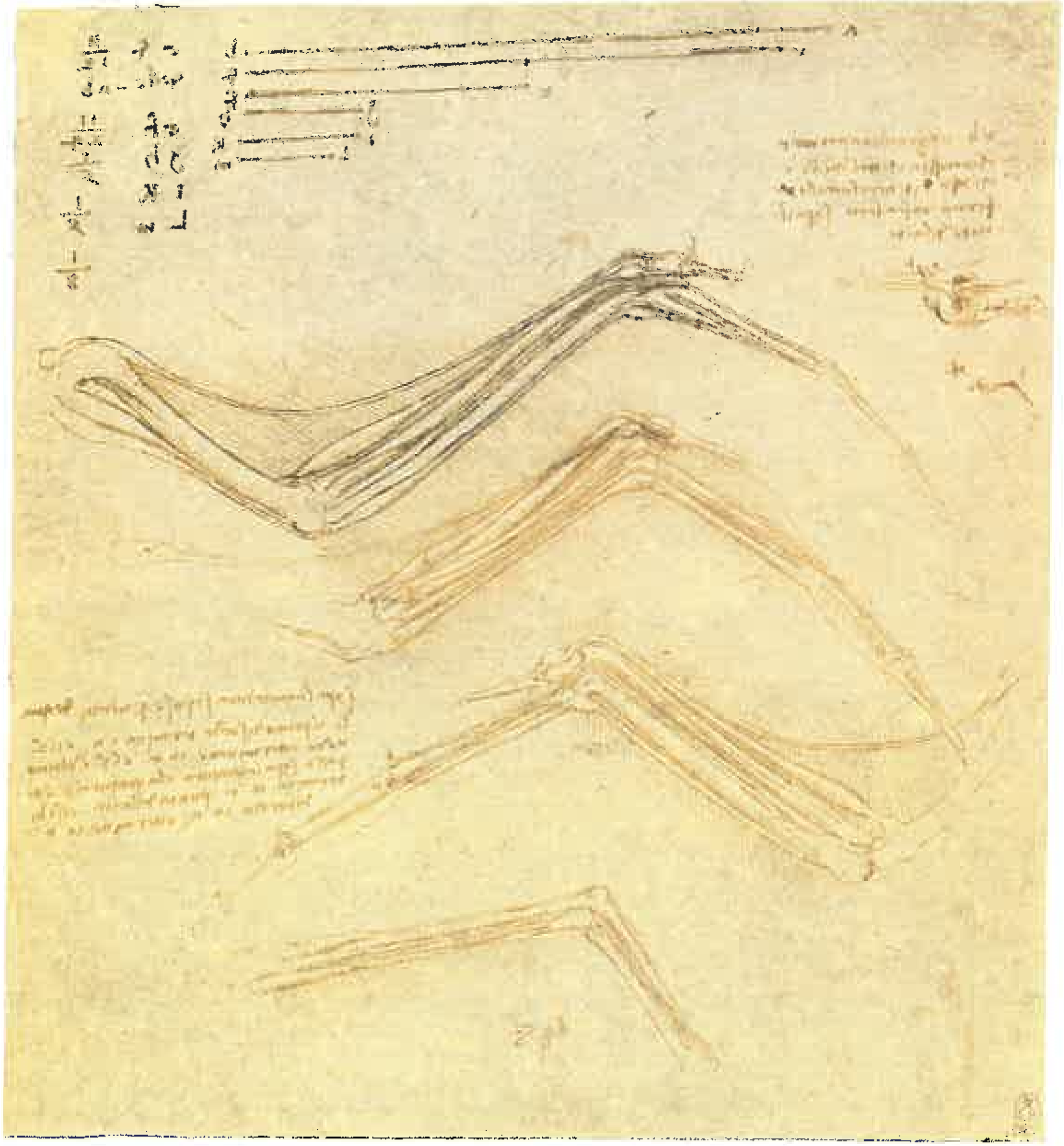
Ad eccezione dei disegni di galleggianti, nella parte destra della pagina, da porre in relazione a studi sul movimento dell'acqua che appaiono sul verso di questo foglio (non esposto), i rimanenti disegni illustrano i muscoli del torace e il diaframma (in alto a sinistra e in basso a destra).

42 *Confronto tra gamba umana e equina*

Penna e inchiostro bruno scuro con sanguigna su carta preparata in rosso (281 × 205 mm.; K/P 95 r; RL 12625 r).

La nota frammentaria a sanguigna in testa al foglio con un indirizzo del Cordusio, il mercato nel centro vecchio di Milano, permette di riferire questo disegno a uno dei soggiorni milanesi di Leonardo, probabilmente nel 1506-7.

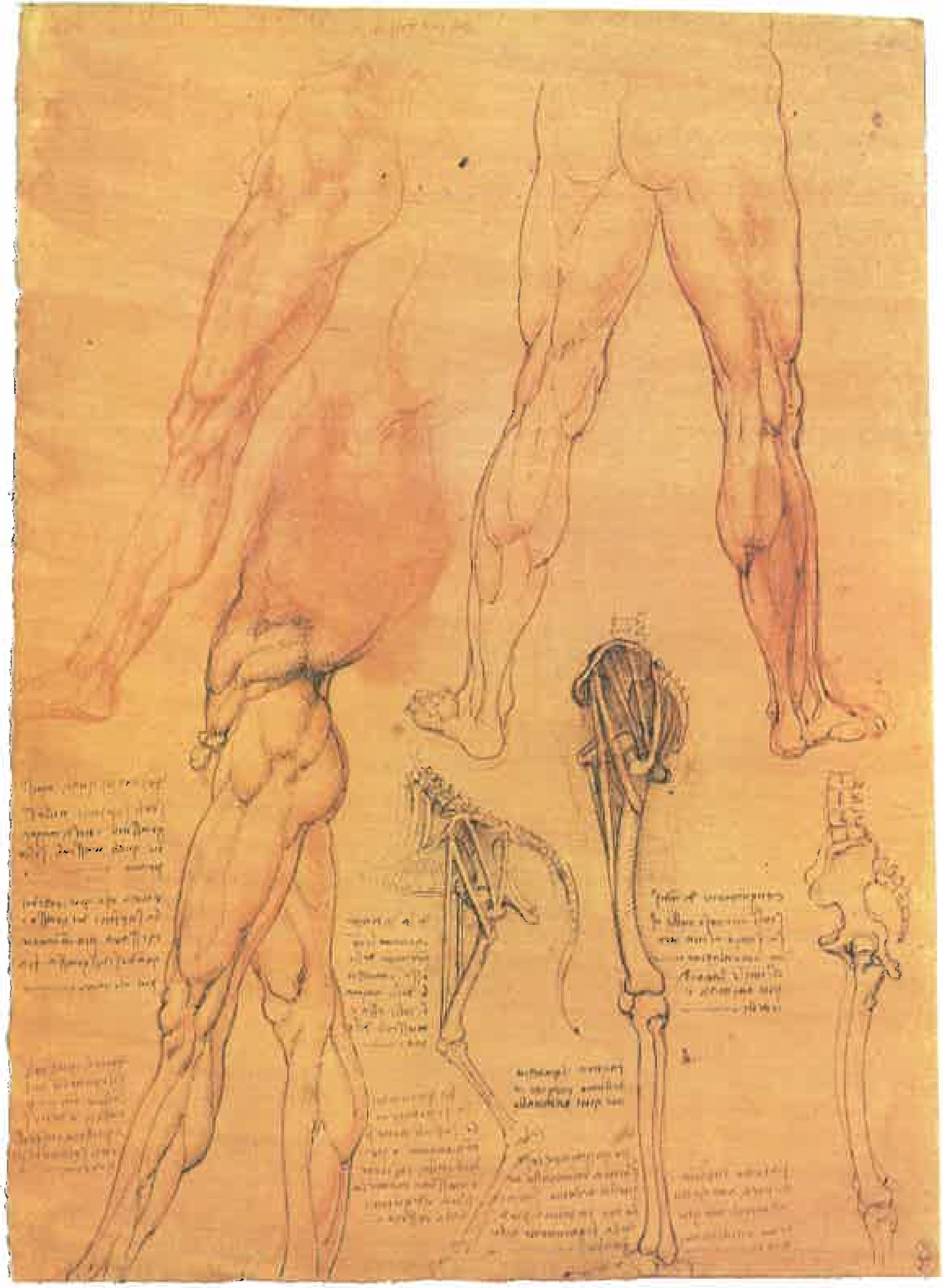
Sotto i due bellissimi studi dei tratti superficiali delle gambe si osservano disegni del pelvi e delle gambe di un uomo messi a raffronto con lo scheletro di una zampa posteriore di cavallo. In ambedue i casi, i muscoli delle cosce sono rappresentati da fili, così da renderne chiara la rispettiva posizione e la dinamica. Che Leonardo comprendesse i problemi dell'anatomia comparata della gamba umana e di quella equina è chiaramente dimostrato dall'appunto che si legge in questa pagina: « Per equiparare l'ossatura del cavallo a quella dell'uomo farai l'uomo in punta di piedi nella figurazione delle gambe ». Leonardo compilò un trattato purtroppo perduto sull'anatomia del cavallo.



39

40

41



42

PROPORZIONI DEL CORPO UMANO

I disegni di questa sezione fanno parte di un gruppo composito di studi sulle proporzioni umane, originariamente forse raccolti in un taccuino. Gli studi di cavallo del foglio 44 e lo stile della calligrafia suggeriscono per questo gruppo di disegni una data vicina al 1490. Dal loro esame risulta chiaro che, prima di dedicarsi a un'analisi dettagliata dello scheletro umano, nella prima decade del sedicesimo secolo, Leonardo si era impadronito delle proporzioni delle parti diverse del corpo e, particolarmente, dell'effetto prodotto su di queste dai movimenti delle articolazioni.

In questi studi si riflette la convinzione di Leonardo circa la possibilità di mettere in relazione le misure delle diverse parti dell'uomo (e del cavallo) mediante sistemi di proporzioni dirette. Sia il n. 45B che il n. 46 sono intitolati « il treço », termine che indica senza dubbio il modello usato da Leonardo per questi disegni.

43 *Studi di proporzioni umane*

Penna e inchiostro bruno in due tonalità (160 × 218 mm.; K/P 27 r; RL 19132 r).

Leonardo precisa nelle note la teoria delle proporzioni che ha ispirato questi disegni: « Se uno si inginocchia, ciò stremerà la quarta parte della sua altezza. Stando l'uomo in ginocchioni, con le mani al petto, l'ombelico è la metà della sua altezza, e similmente i gomiti. Il mezzo dell'uomo che siede, cioè dal sedere alla sommità del capo, è sotto la mammella e sotto la spalla. La parte sedente, cioè dal sedere al di sopra del capo, è tanto più che mezzo l'uomo quanto è la grossezza e lunghezza dei testicoli ».

44 *Le proporzioni del viso, della testa e del corpo*

Penna e inchiostro bruno (265 × 215 mm.; K/P 28 r; RL 12304 r).

Lungo il margine destro si osservano nove studi in miniatura delle diverse parti del profilo umano illustrati, sulla sinistra, dal seguente commento: « Lo spazio che è infra il taglio della bocca e il principio del naso [*a-b*] è la settima parte del volto. Dalla bocca al di sotto del mento [*c-d*] è la quarta parte del volto, simile alla larghezza della bocca. Dal mento al fondo del naso [*e-f*] è la terza parte del volto, simile al naso e alla fronte. Lo spazio dal mezzo del naso al di sotto del mento [*g-h*] è la metà del volto. Lo spazio dal di sopra del naso, dove principiano le ciglia, al di sotto del mento [*i-k*] è i due terzi del volto », e così via.

45A *Le proporzioni della gamba e del piede*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità) (405 × 281 mm.; K/P 31 v; RL 19136 v).

Questo foglio presentava in origine due piegature, una verticale e una orizzontale.

In questa pagina si registrano numerose osservazioni di Leonardo sulla reciproca relazione tra le diverse parti della gamba e del piede. Egli afferma, in alto a destra, che le distanze *a-d* e *c-b* nel disegno del piede sono eguali alla misura di una testa. Lungo il margine sinistro si trovano alcune note relative alle proporzioni della gamba assieme ad altre di carattere più eterogeneo, come questa: « L'uomo a giacere arriva a un nono della sua altezza ». La figura in basso a destra raffigura un meccanismo di pulegge che tengono sospeso un peso di 2000 libbre. Le note sotto il meccanismo registrano osservazioni di dinamica, che Leonardo conclude con questa frase: « chi alleggerisce fatica allunga tempo ».

45B *Le proporzioni del braccio e del tronco*

Penna e inchiostro bruno (due tonalità), con alcuni simboli in sanguigna sulla sinistra del foglio (K/P 31r; RL 19136-39r).

In questo foglio vengono sottolineati alcuni parallelismi tra le dimensioni delle parti del braccio e quelle del tronco. Accanto alla figura in alto a sinistra, Leonardo annota che la distanza tra la spalla e il gomito è uguale a quella che intercorre tra il gomito e le nocche; e vicino, a sinistra, scrive: « lo spazio sotto le braccia dell'uomo è simile alla grossezza dei fianchi ».

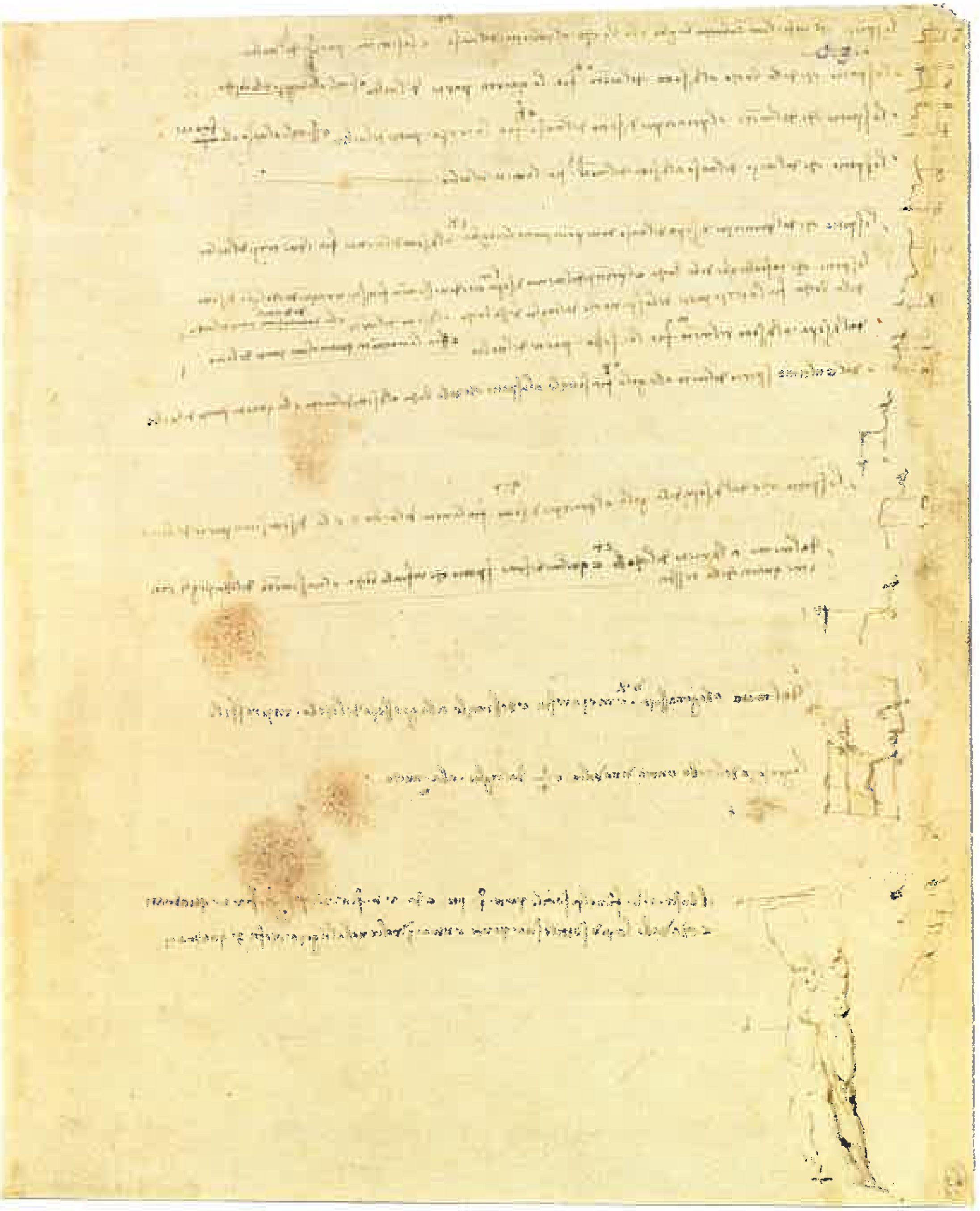
46 *Studi vari di proporzioni umane*

Penna e inchiostro bruno in due tonalità (317 × 433 mm.; K/P 30 r; RL 19134-35 r).

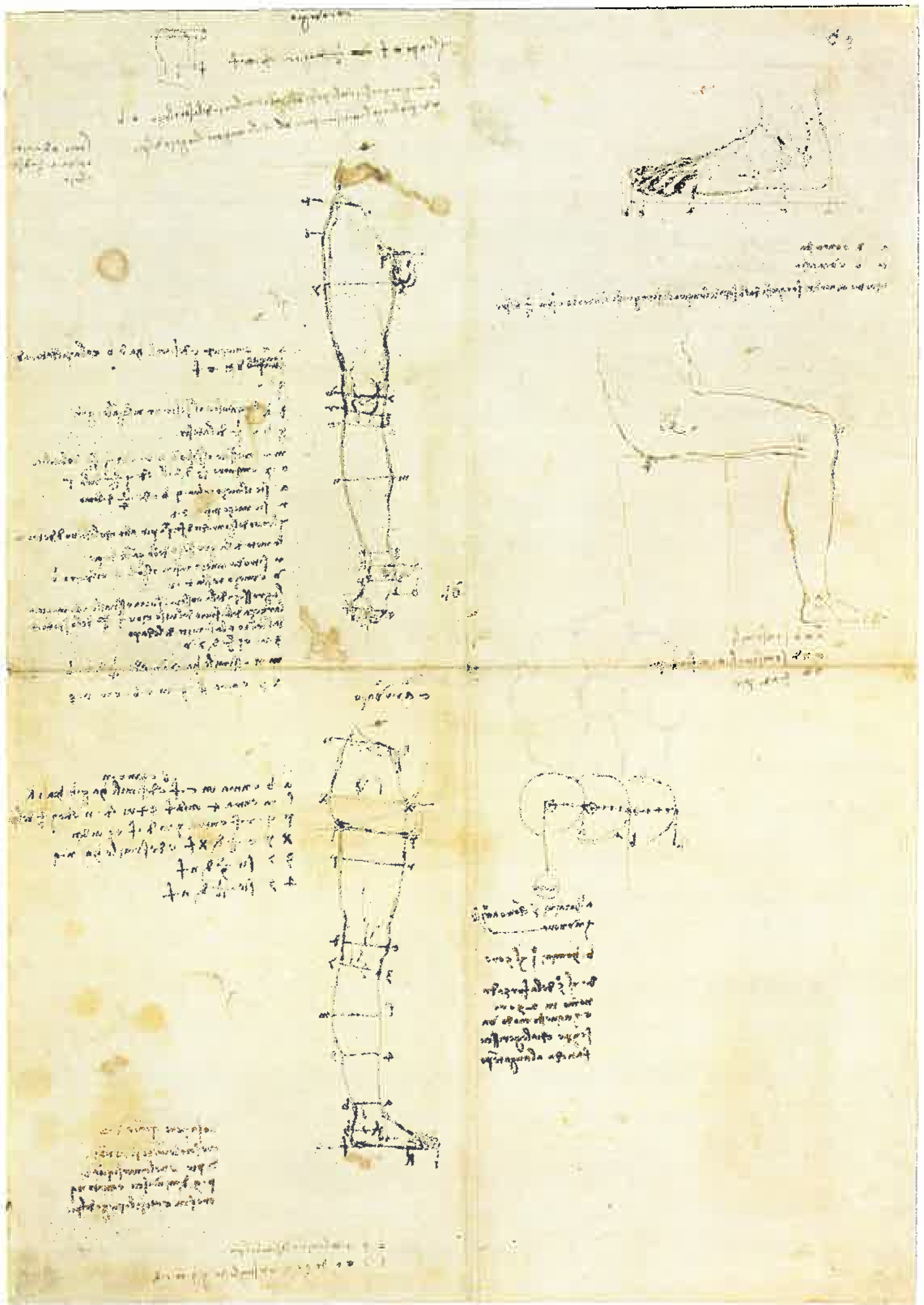
Questo foglio era un tempo piegato in due e le note sulla parte sinistra vennero aggiunte in direzione trasversale rispetto a quelle della parte destra.

Le note lungo il margine destro continuano gli appunti del n. 44 sulle proporzioni del volto e della testa; quelle della seconda colonna da destra insistono sul tema del n. 45B, le proporzioni del braccio. Tipico esempio ne è questo brano: « Il braccio dalla spalla al gomito nel piegarsi cresce di lunghezza e tale accrescimento è simile alla grossezza del braccio sulla giuntura della mano quando sta in profilo ed è anche simile allo spazio dal di sotto del mento al taglio della bocca. La grossezza delle due dita di mezzo della mano, la grandezza della bocca, lo spazio dall'attaccatura dei capelli alla sommità del capo, tutte queste sono simili tra loro ma non simili al sopradetto accrescimento del braccio ».

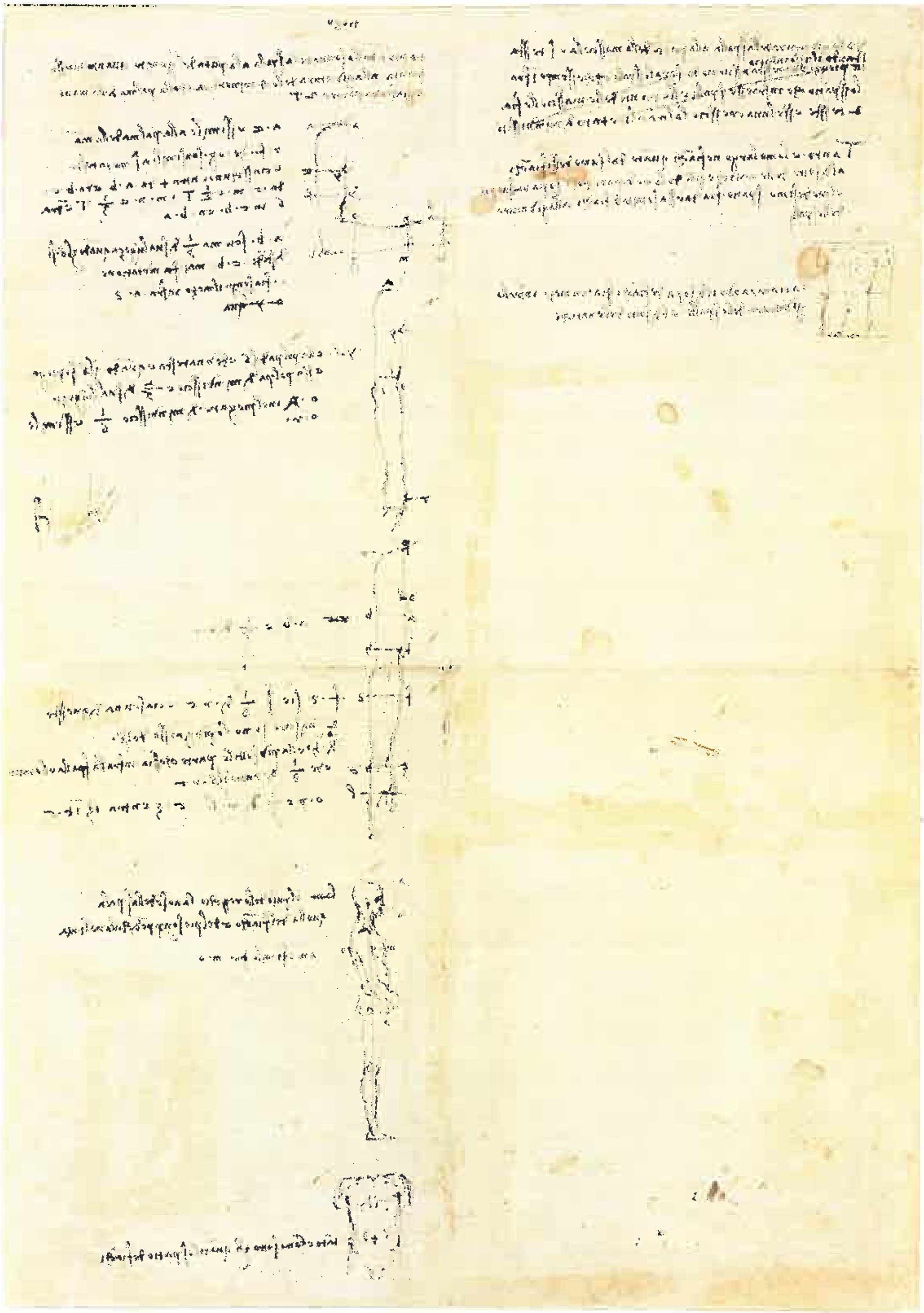
43



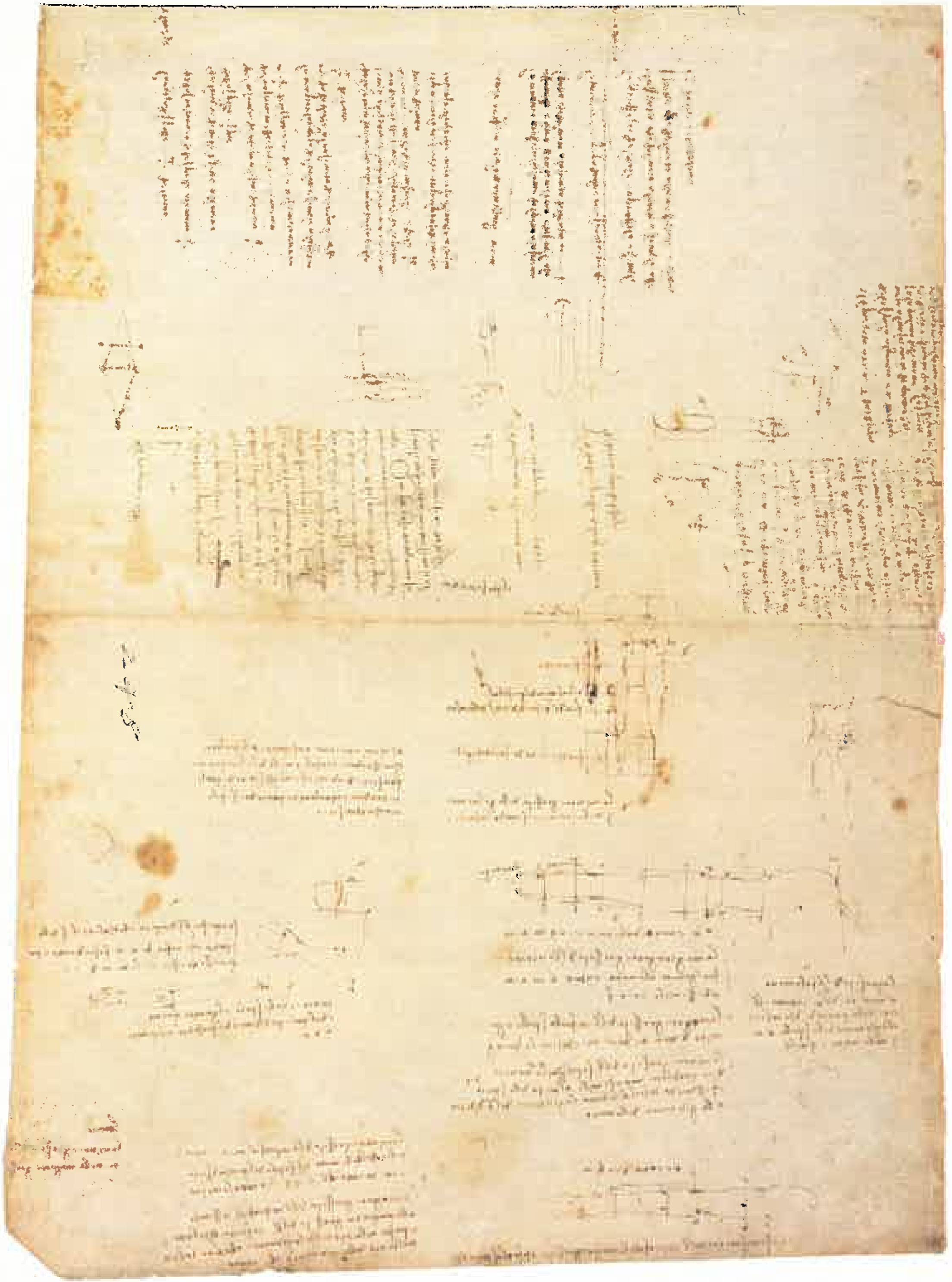
44



45A



45B



46

IL NUDO

Gli studi anatomici di Leonardo si proponevano due obiettivi, di eguale importanza. Il primo, che obbediva a scopi personali, era di farsi un'idea più chiara del funzionamento del corpo umano. Il secondo mirava invece ad approfondire la conoscenza della muscolatura, che determina i rilievi osservabili su tutta la superficie del corpo. Leonardo era consapevole che la muscolatura era stata spesso rappresentata dagli artisti in modo inaccurato (v. l'annotazione del n. 25A). A Leonardo interessava soprattutto il corpo nel suo dinamismo, e come esso appariva quando gli arti venivano flessi, e i muscoli tesi o rilassati. Quale fu il risultato di una più ricca conoscenza applicata da Leonardo agli studi di nudo risulta chiaro confrontando il n. 47 e il n. 50, tra i quali intercorrono circa quindici anni. Gli effetti suggestivi della sintesi tra arte e scienza sono chiaramente osservabili nel n. 48, nel quale il disegno è strettamente connesso agli studi per la *Battaglia di Anghiari*, mentre le note relative al disegno trattano della funzione e operazione dei muscoli della gamba e del piede.

47 *Muscoli delle braccia e delle gambe*

Punta di metallo, con tocchi di biacca, su carta preparata in blu (174 × 140 mm.; K/P 9 r; RL 12637 r).

In questo disegno Leonardo sembra sperimentare il gioco di luce e d'ombra per sottolineare i contorni dei muscoli del braccio e della gamba. La strana conformazione di alcuni muscoli del braccio e del petto indica che all'epoca di questo disegno Leonardo non aveva nozioni precise su queste strutture.

Nella coscia egli tende ad esagerare la massa del vasto laterale nella parte esterna; inoltre raffigura questo muscolo con una errata inserzione tendinea. La modellatura di superficie dei muscoli addominali e delle natiche ha la delicatezza tipica del primo periodo di studi anatomici (c. 1490).

48 *Studio di nudo in affondo sulla destra*

Sanguigna con penna e inchiostro bruno scuro, su carta preparata in color terracotta (157 × 166 mm.; K/P, 83r; RL 12623 r).

Il motivo della figura in posizione di affondo doveva far parte della sezione sinistra del dipinto murale della *Battaglia di Anghiari*, commissionato a Leonardo dal comune di Firenze per la Sala del Consiglio di Palazzo Vecchio, ed eseguito tra il 1503 ed il 1506. La nota tratta del funzionamento e dell'operazione dei muscoli della gamba e del piede: « Ha fatto la natura tutti i muscoli appartenenti al moto dei diti appiccicati all'osso della gamba e non alla coscia perché quando la giuntura del ginocchio si piega, se questi muscoli fossero appiccicati all'osso della coscia, sarebbero richiusi e serrati sotto la giuntura del ginocchio e non

potrebbero senza gran difficoltà e fatica servire ad esse dita dei piedi. E lo stesso accade nella mano, mediante la piegatura del gomito del braccio ».

49A *Muscolatura delle gambe*

Carboncino con penna e inchiostro bruno (massima grandezza 301 × 190 mm.; K/P 89A; RL 12631 + 12633 r).

È stato recentemente dimostrato da Carlo Pedretti che le due sezioni di cui si compone il n. 49 costituivano, in origine, un foglio solo. In un periodo non precisato del XVI secolo i disegni vennero separati e numerati « 55 » e « 56 » e la parte marginale sciupata fu ritagliata. Per questo non è oggi possibile farne combaciare esattamente i bordi.

Le due parti del n. 49A sono palesemente affini e mostrano la muscolatura di gambe maschili, con enfasi particolare sui muscoli delle cosce.

La nota in alto a sinistra concerne lo studio dell'anatomia comparata. Può darsi che si tratti di una continuazione della nota del n. 42; i due fogli risalgono infatti certamente ad uno stesso periodo e il n. 49 può essere assegnato al 1508 circa. Ecco quanto Leonardo vi afferma: « Figurerai a questo paragone le gambe dei ranocchi, le quali hanno gran similitudine con le gambe dell'uomo così nelle ossa come nei muscoli; poi seguirai le gambe di dietro della lepre le quali sono molto muscolose e di muscoli spediti, perché non sono impedite da grassezza ».

49B *Muscolatura delle gambe e studio di nudo*

Penna e inchiostro bruno con carboncino (K/P 89 v; RL 12631-633 v).

La figura di nudo in piedi, col braccio destro alzato, è certamente copia di una scultura, probabilmente una delle statuette abitualmente prodotte dalle botteghe rinascimentali.

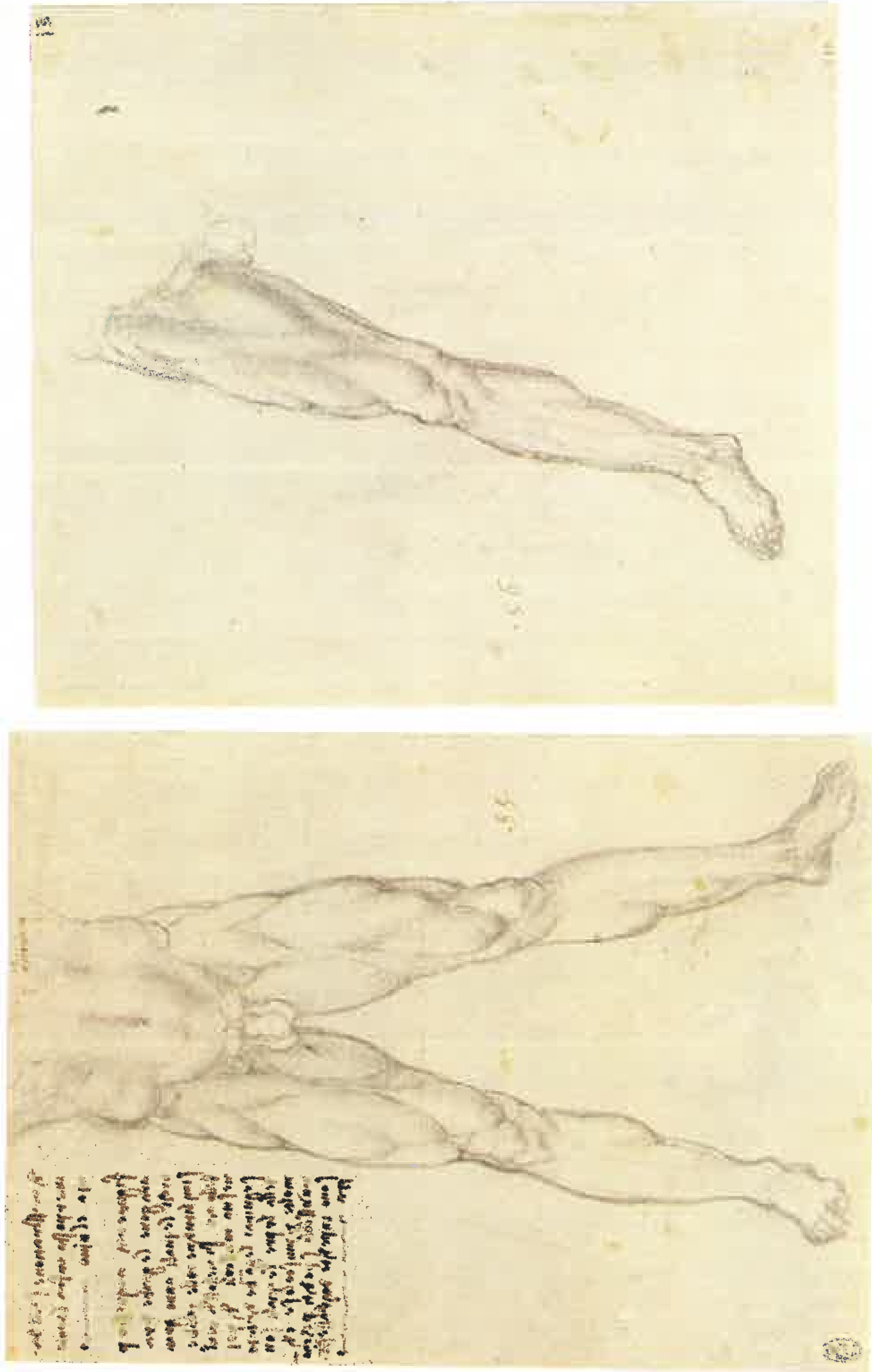
50 *Nudo maschile visto di spalle*

Sanguigna (270 × 160 mm.; K/P 84 r; RL 12596 r).

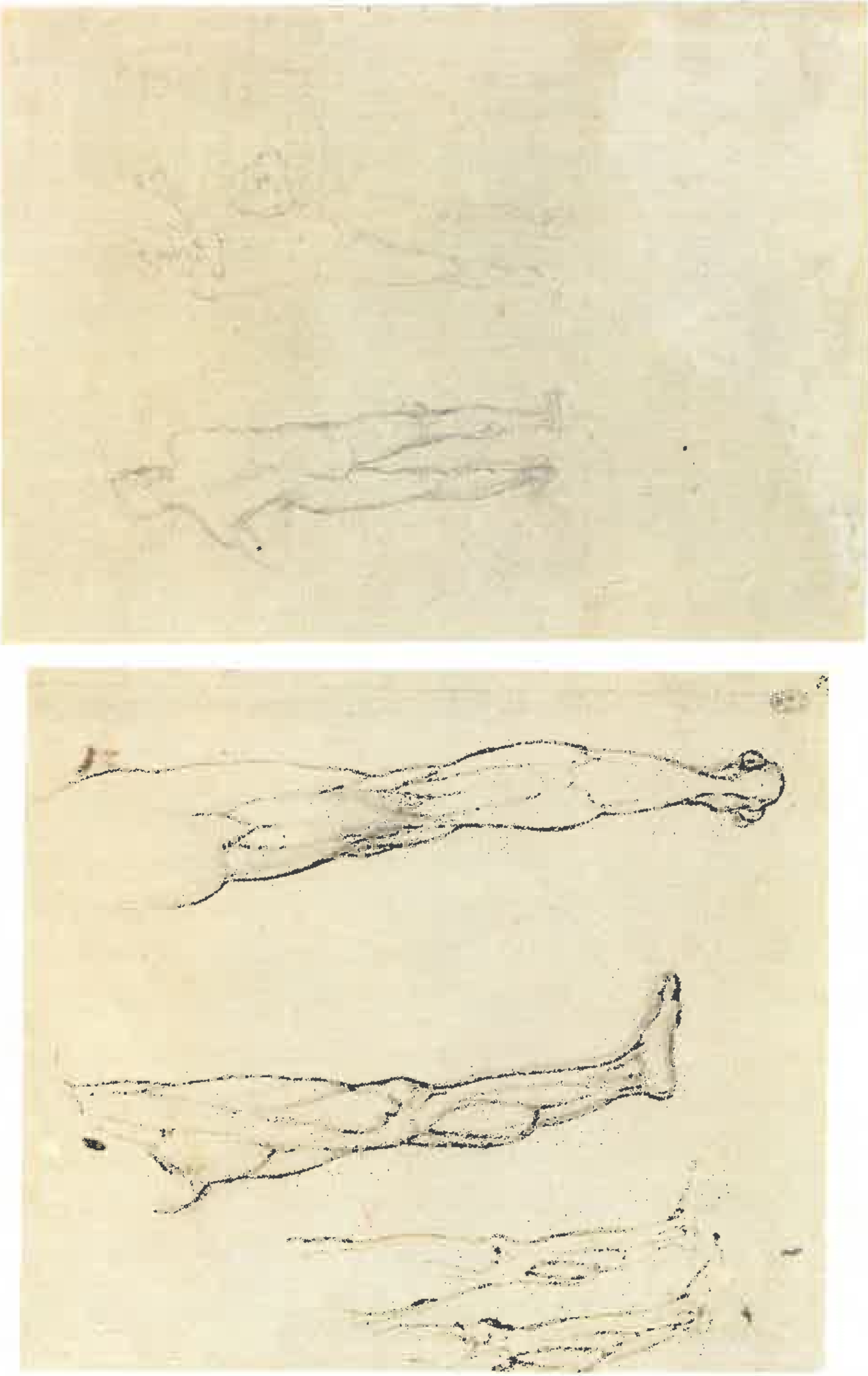
Non risulta che questa possente figura maschile sia in alcun modo relativa ad un lavoro compiuto. Essa sta a testimoniare l'eccellenza raggiunta da Leonardo nella rappresentazione della muscolatura umana. Pur nella levità e delicatezza del segno, emerge chiara la costante precisione nella modellatura dei muscoli. La sanguigna venne usata assai spesso da Leonardo nei disegni degli ultimi anni del XV secolo. Questo studio, tuttavia, deve appartenere al periodo intorno al 1503-7, quando, cioè, lavorava alla *Battaglia di Anghiari*.

47

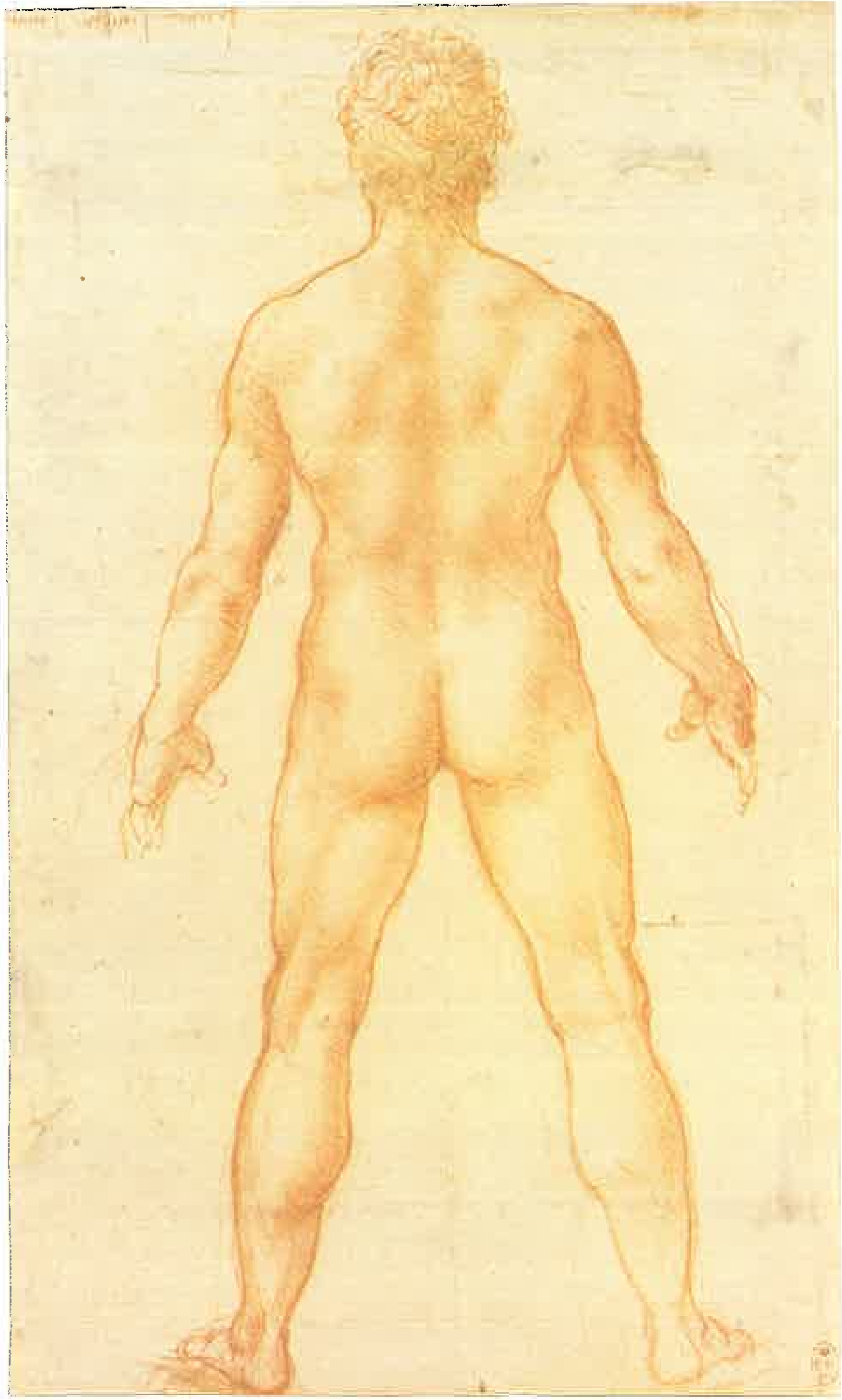
48



49A



49B



50

TAVOLA CRONOLOGICA

1452	Vinci	Nascita di Leonardo
1470	Firenze	Primo disegno datato di Leonardo, 1473 Leonardo lavora nella bottega di Verrocchio *Ginevra de' Benci*; *Annunciazione* degli Uffizi
1480	Firenze	*San Girolamo*; *Adorazione dei Magi*, incompiuta, 1481-83
	Milano	Leonardo lavora a Milano, 1483-99 circa *Vergine delle Rocce*; progetto per il monumento equestre a Francesco Sforza STUDI ANATOMICI: Disegni a punta di metallo della sezione « I primi Studi Anatomici » (nn. 3-7) Prime pagine del Manoscritto Anatomico B, 1489 (n. 8), con particolare interesse per l'anatomia della testa e del cervello
1490	Milano	*Ultima Cena*, c. 1497 Continua l'uso della punta di metallo per disegnare (v., per es., n. 47) STUDI ANATOMICI: Nessuno studio sistematico, eccetto che sulle proporzioni del corpo umano c. 1490 (nn. 43-46) Altri studi vari (per es., nn. 1, 9, 16, 40 e 47)
1500	Firenze	Leonardo ritorna a Firenze a seguito dell'invasione di Milano da parte dei francesi 1502-3 presta servizio attivo per Cesare Borgia in qualità di ingegnere militare Progetto per la *Battaglia di Anghiari* (48); *Vergine con Bambino e Sant'Anna*; *Monna Lisa*; *Leda e il cigno*. Disegni a carboncino e sanguigna (v., per es., n. 50)
	Milano	Ritorna a Milano nel 1506 per assumere l'incarico di « Peintre et Ingenieur » di Luigi XII di Francia, 1507 Progetto per il monumento Trivulzio STUDI ANATOMICI: Forte impulso a una rinnovata attività nella seconda parte della decade. Indagine su organi addominali, scheletro e muscolatura in pagine più tarde del Manoscritto Anatomico B, c. 1505-8 (v. nn. 12, 13, 15, 17, 21-23), e nel Manoscritto Anatomico A, c. 1509-12 (nn. 20, 25-33). Inoltre, numerosi studi vari (nn. 2, 10, 11, 14) e interesse per l'anatomia comparata (n. 42)
1510	Milano/ Firenze/ Roma Francia	Viaggi tra Milano, Firenze e Roma all'inizio della decade; si stabilisce a Roma, 1513 *San Giovanni Battista*, c. 1514 Si trasferisce in Francia nel 1517 e qui muore, a Cloux, nel 1519, lasciando tutti i propri scritti a Francesco Melzi STUDI ANATOMICI: Continua attività nei primi anni della decade, con particolare riguardo all'embriologia (nn. 18, 19) e al cuore (nn. 34-38). Altri studi vari (nn. 24, 39, 41)

GLOSSARIO

TERMINI USATI DA LEONARDO

Imprensiva: centro del cervello nel quale convergono le « impressioni » prodotte dagli stimoli sensori. Leonardo riteneva che fosse collocato nei ventricoli cerebrali.

Nervo voto: il « nervo vuoto » si identifica con una fibra nervosa attraverso la cui cavità longitudinale passano gli stimoli motori e sensori. Si tratta di un'ipotesi che forma parte integrante della concezione galenica della fisiologia del sistema nervoso.

Senso comune: di derivazione aristotelica, il termine *sensorium commune* indica il luogo di convergenza di tutti i sensi, sede del « buon senso » secondo l'accezione odierna. Leonardo ne stabilì la posizione nel terzo ventricolo del cervello, da lui stesso scoperto. Secondo la sua teoria, il senso comune, unitamente alla memoria, che ha sede nel quarto ventricolo, produce il « giudizio ».

ALCUNI TERMINI ANATOMICI

Antro mascellare: ampia cavità, approssimativamente delle stesse proporzioni dell'orbita, sita nello zigomo (*maxilla*).

Arteria polmonare: arteria che emerge dal ventricolo destro e alimenta ambedue i polmoni.

Chiasma ottico: punto in cui avviene l'incrocio della maggior parte dei nervi ottici.

Corde tendinee: esilissimi tendini all'interno dei ventricoli del cuore che uniscono i muscoli papillari (v. *infra*) di questo alle membranose valvole cardiache.

Cotiledoni: componenti della placenta per mezzo dei quali il feto aderisce alle pareti dell'utero. Quasi invisibili nella specie umana, essi si presentano individualmente formati nei ruminanti come i bovini.

Dura mater: membrana esterna che ricopre il cervello e il midollo spinale. È situata all'esterno delle altre due membrane, l'aracnoide e la pia mater.

Muscoli papillari: muscoli interni ai ventricoli del cuore; la base è congiunta alla parete cardiaca, mentre gli apici si proiettano nella cavità, dando origine alle corde tendinee (v. *supra*).

Muscolo buccinatore: muscolo sottile situato tra la mascella superiore e quella inferiore ai due lati del volto. Si prolunga in avanti fino a raggiungere le labbra. Viene sottoposto a grande sforzo quando si soffia in una tromba, dalla quale prende il nome (buccina = tromba).

Muscolo deltoide: spesso muscolo di forma triangolare che copre l'articolazione della spalla.

Muscolo sartorio: il muscolo più lungo del corpo; si estende come un nastro dalla parte anteriore dell'anca (spina iliaca anteriore superiore) alla parte interna del ginocchio.

Ossa sesamoidi: ossa a forma di seme che si presentano in capsule congiunte. Di varie dimensioni, dalle più minute fino alla rotula (patella). Leonardo riteneva che attenuassero l'attrito nell'articolazione. Alcuni sostengono ancora questa teoria, peraltro molto discussa.

Pettorale maggiore: ampio muscolo triangolare che parte dalla clavicola, per la lunghezza dello sterno. Tutte le fibre convergono nel punto d'inserzione all'estremità superiore dell'omero.

Plesso brachiale: fascio di nervi che, intrecciati nel collo, si diramano nel braccio.

Setto interventricolare: parete muscolare che separa i due ventricoli del cuore.

Tensore della fascia lata: muscolo che ha origine dalla cresta iliaca della parte esterna del sartorio e si inserisce nel tratto iliotibiale nella parte esterna della coscia. Questo tratto fa parte del rivestimento fibroso che ricopre la coscia. Mettendo in tensione questo tratto iliotibiale, il muscolo stabilizza la gamba nel corpo in posizione eretta e consente la flessione del fianco. Leonardo lo considerava uno dei principali muscoli flessori dell'anca.

Valvola mitrale: la valvola del cuore che giace tra l'atrio sinistro e il ventricolo destro. Consiste di due cuspidi che uniti assumono la forma di una mitra vescovile; di qui il nome.

Valvola polmonare: valvola che regola l'apertura dell'arteria polmonare dalla parte del ventricolo destro.

Valvola tricuspide del cuore: valvola situata tra l'atrio destro e il ventricolo destro, dotata di tre cuspidi principali, a differenza della valvola mitrale (v. *supra*) che ne ha due.

Vasto laterale: ampia massa muscolosa che parte dalla zona superiore esterna del femore. Si contrae in un tendine che si inserisce nella parte esterna della rotula.

Vena cava: la vena cava superiore permette il drenaggio del sangue dalla parte superiore del corpo e termina nell'atrio destro del cuore. La vena cava inferiore raccoglie il sangue dalla parte inferiore del corpo, passando attraverso il diaframma per entrare nell'atrio destro del cuore.

Vena safena: la vena più lunga del corpo; ha origine nella parte interna del piede e termina nella vena femorale all'apice della coscia.

TAVOLE DELLE CONCORDANZE

Le misure sono in millimetri, prima l'altezza e poi la larghezza. I disegni, salvo che venga diversamente indicato, sono su carta bianca. Le sezioni del catalogo si susseguono secondo un ordine approssimativamente cronologico, eccetto le ultime tre che fanno da appendice al tema degli studi anatomici di Leonardo.

GLI ORGANI INTERNI

1	12597 r
2A e B	12281 r e v

I PRIMI STUDI ANATOMICI

3A e B	12627 r e v
4B	12617 r
9B	12603 v
5A e B	12613 r e v
6A e B	12609 r e v
7	12626 r

CRANIO E CERVELLO

8A e B	19057 r e v
9A	12603 r
9B	12603 v
10	19127 r
11	19052 r

L'APPARATO DIGERENTE E L'APPARATO RIPRODUTTIVO

12A e B	19031 v e r
13A e B	19054 v e r
14	19098 v
15A e B	19055 r e v
16A e B	19097 v e r
17A e B	19095 r e v
18A e B	19101 r e v
19A e B	19102 r e v

MUSCOLI E SCHELETRO

20A e B	19007 v e r
21A e B	19040 r e v
22A e B	19020 v e r
23A e B	19034 v e r
24	19075 v
25A e B	19005 v e r
26A e B	19008 v e r
27A e B	19003 r e v
28A e B	19014 v e r
29A e B	19002 r e v
30A e B	19012 r e v
31A e B	19000 v e r
32A e B	19009 v e r
33A e B	19011 r e v

IL CUORE

34	19071 r
35A e B	19073-74 v e r
36	19080 r
37A e B	19118-19 v e r
38	19082 r

ANATOMIA COMPARATA

39	12656 r
40	12372 r
41	19108 v
42	12625 r

PROPORZIONI DEL CORPO UMANO

43	19132 r
44	12304 r
45A e B	19136-39 v e r
46	19134-35 r

IL NUDO

47	12637 r
48	12623 r
49A e B	12631 + 633 r e v
50	12596 r

Concordanze tra la numerazione dei fogli della Biblioteca Reale di Windsor e la numerazione di catalogo.

Biblioteca Reale	*Catalogo*	*Biblioteca Reale*	*Catalogo*
12281 r e v	2A e B	19014 r e v	28B e A
12304 r	44	19020 r e v	22B e A
12372 r	40	19031 r e v	12B e A
12596 r	50	19034 r e v	23B e A

12597 r	1	19040 r e v	21A e B
12603 r	9	19052 r	11
12609 r e v	6A e B	19054 r e v	13B e A
12613 r e v	5A e B	19055 r e v	15A e B
12617 r	4	19057 r e v	8A e B
12623 r	48	19071 r	34
12625 r	42	19073-74 r e v	35B e A
12626 r	7	19075 v	24
12627 r e v	3A e B	19080 r	36
12631 + 633 r e v	49A e B	19082 r	38
12637 r	47	19095 r e v	17A e B
12656 r	39	19097 r e v	16B e A
19000 r e v	31B e A	19098 v	14
19002 r e v	29A e B	19101 r e v	18A e B
19003 r e v	27A e B	19102 r e v	19A e B
19005 r e v	25B e A	19108 v	41
19007 r e v	20B e A	19118-19r e v	37B e A
19008 r e v	26B e A	19127 r	10
19009 r e v	32B e A	19132 r	43
19011 r e v	33A e B	19134-35r	46
19012 r e v	30A e B	19136-39 v e r	45B e A

Tutti i disegni di questa mostra sono inclusi nel *Corpus* di Keele e Pedretti, sotto i numeri seguenti:

K/P	*Catalogo*	*K/P*	*Catalogo*
1 r e v	5B e A	89 r e v	49 a e B
3 r e v	6A e B	95 r	42
4 r e v	3A e B	104 r	10
5 r	4	106 v	14
6 r	7	116 r e v	37B e A
9 r	47	122 r e v	2A e B
12 r	40	134 r e v	29A e B
27 r	43	135 r e v	31B e A
28 r	44	137 r e v	27A e B
30 r	46	139 r e v	20B e A
31 r e v	45A e B	140 r e v	26B e A
32 r	9	141 r e v	25B e A
35 r e v	16A e B	142 r e v	30A e B
36 r	1	143 r e v	32B e A
43 r e v	8A e B	145 r e v	33A e B
52 r e v	15A e B	148 r e v	28B e A
53 r e v	13B e A	162 r	34
54 r e v	17A e B	166 r e v	35B e A
55 r	11	170 r	36
57 r e v	22B e A	171 r	38
63 r e v	21A e B	179 v	24
73 r e v	12B e A	185 v	41
76 r e v	23B e A	187 v	39
83 r	48	197 r e v	18B e A
84 r	50	198 r e v	19A e B

NOTA BIBLIOGRAFICA

I numeri che accompagnano i riferimenti K/P sono quelli di KENNETH KEELE e CARLO PEDRETTI, *Leonardo da Vinci. Corpus of Anatomical Studies in the Collection of Her Majesty the Queen at Windsor Castle* (Londra-Firenze 1979), mentre quelli RL indicano i numeri d'inventario della Biblioteca Reale registrati nel catalogo di KENNETH CLARK e CARLO PEDRETTI, *The Drawings of Leonardo da Vinci in the Collection of Her Majesty the Queen at Windsor Castle* (2ª ed., 3 voll., Londra 1968-69; il vol. III di questa pubblicazione è dedicato quasi esclusivamente a manoscritti e disegni anatomici).

Il *Corpus* di Keele e Pedretti sostituirà le tre pubblicazioni sui disegni anatomici a Windsor uscite tra la fine del secolo scorso e l'inizio del presente, e cioè: *I manoscritti di Leonardo da Vinci della Reale Biblioteca di Windsor. Dell'Anatomia, Fogli A*, pubblicati da Teodoro Sabachnikoff, trascritti e annotati da Giovanni Piumati, Parigi 1898; *Fogli B*, della stessa serie, pubblicati a Torino nel 1901; *Fogli C*, pubblicati poi come *Quaderni d'Anatomia*, a cura di O. C. L. Vangensten, A. Fonahn, e H. Hopstock, 6 voll., Christiania 1911-16.

La maggior parte dei disegni anatomici sono raccolti anche in queste edizioni moderne: *Leonardo da Vinci on the Human Body*, ed. Charles D. O'Malley e J. B. de C. M. Saunders, New York, 1952; SIGRID ESCHE, *Leonardo da Vinci: Das anatomische Werk*, Basilea 1954; P. HUARD, *Léonard de Vinci: Dessins Anatomiques*, Parigi 1968. Tra i principali commentari dei disegni anatomici di Leonardo citiamo: ELMER BELT, *Leonardo the Anatomist*, Kansas 1955; J. PLAYFAIR MCMURRICH, *Leonardo da Vinci the Anatomist*, Washington e Baltimore 1930, e *Leonardo da Vinci, Il Trattato dell'Anatomia*, a cura di A. Pazzini, 3 voll., Roma 1962. V. anche CARLO PEDRETTI, *The Literary Works of Leonardo da Vinci. A Commentary to Jean Paul Richter's Edition*, Londra 1977.

Il dott. Kenneth Keele, la cui opera ha fornito il materiale per questo catalogo, ha scritto diffusamente sull'argomento degli studi anatomici di Leonardo. Riportiamo qui alcuni titoli dei suoi scritti: *Leonardo da Vinci on the movement of the heart and blood*, Londra 1952; *Leonardo da Vinci and the Art of Science*, Hove 1977; *Leonardo and the heart*, « Proceedings of the Royal Society of Medicine », 44, 1951, p. 209; *Leonardo da Vinci as physiologist*, « Postgraduate Medical Journal », 28, 1952, p. 521; *Leonardo da Vinci and anatomical demonstration*, « Medical and Biological Illustration », II, 1952, p. 226; *Leonardo da Vinci's anatomical drawings at Windsor*, estratto dagli *Atti del Convegno di Studi Vinciani*, Firenze 1952, p. 76; *Leonardo da Vinci on vision*, « Proceedings of the Royal Society of Medicine », 48, 1955, p. 384; *The genesis of Mona Lisa* (Beaumont Lecture, Yale University), « Journal of the History of Medicine and Allied Sciences », XIV, 1959, p. 135; *Leonardo da Vinci's research on the central nervous system* (da *Essays on the History of Italian Neurology*), « Proceedings of the International Symposium on the History of Neurology », Varenna, 1961, p. 15; *Three early masters of experimental medicine - Erasistratus, Galen and Leonardo da Vinci* (Presidential address), « Proceedings of the Royal Society of Medicine », 54, 1961, p. 577; *Leonardo da Vinci's influence on Renaissance anatomy*, « Medical History », VIII, 1964, p. 360; *Leonardo da Vinci's physiology of the senses*, *Leonardo's Legacy, an International Symposium*, ed. C. D. O' Malley, Berkeley e Los Angeles 1960, p. 35; *Leonardo da Vinci's studies of the alimentary tract* (Beaumont Lecture, Yale University), « Journal of the History of Medicine and Allied Sciences », XXVII, 1972, p. 133; *Leonardo's views on arteriosclerosis*, « Medical History », XVII, 1973, p. 304.

Università Chieti
Fac. Lettere e Filosofia
Fondo APS
Antonio Piccone Stella
Inv. n. 12 17
UNIVERSITA' STUDI - G. D'ANNUNZIO
57834

Finito di stampare in Firenze il 26 Aprile 1979